

Министерство образования Российской Федерации

Челябинский государственный педагогический институт
Уральский государственный профессионально-педагогический университет

Российский открытый университет

Н.Н.Тулькибаева, Л.М.Фридман, М.А.Драпкин,
Е.С.Валович, Г.Д.Бухарова

РЕШЕНИЕ ЗАДАЧ ПО ФИЗИКЕ

Психолого-методический аспект

Челябинск 1995

Н.Н.Тулькибаева, Л.М.Фридман, М.А.Драпкин, Е.С.Валович, Г.Д.Бухарова. Решение задач по физике. Психолого-методический аспект / Под ред. Н.Н.Тулькибаевой, М.А.Драпкина. - Челябинск: Изд-ва ЧГПИ "Факел", ЧВВАИУ и Урал. гос. проф.-пед. ун-та, 1995. - 120 с.

Рецензенты:

Г.Н.Сериков - доктор педагогических наук, профессор, заведующий кафедрой управления ЧИПКРО.

В.А.Черкасов - доктор педагогических наук, профессор кафедры педагогики ЧГУ.

В книге реализован деятельностный подход к решению физических задач, обеспечивающий целенаправленное усвоение понятий: "задача", "решение задач", "обучение решению задач".

Авторы раскрыли структуру деятельности по решению учебных физических задач, описали методику развертывания системы операций, входящих в эту структуру, и свертывания операций в действия на различных этапах обучения учащихся средней школы решению задач.

В книге описана методика решения задач с межпредметным и производственно-техническим содержанием, приведено около 150 задач, значительная часть которых является оригинальными.

Книга предназначена для учителей школ, преподавателей ПТУ, учащихся и студентов вузов.

ISBN 5-85716-046-4

ISBN 5-230-06628-8

© Издательство "Факел" Челябинского государственного педагогического института, 1995

Издательство Уральского государственного профессионально-педагогического университета, 1995

ВВЕДЕНИЕ

Проблема обучения учащихся решению физических задач многократно обсуждалась в методике преподавания физики. Издано огромное количество различных руководств по решению физических задач, защищены десятки кандидатских и докторских диссертаций, опубликовано огромное количество книг, монографий, статей по данной фундаментальной проблеме.

К сожалению, до сих пор у основной массы учащихся наблюдается низкий уровень сформированности умения решать физические задачи. Конечно, причин этого явления много, но одной из них является, по нашему мнению, недостаточная разработанность методики обучения учащихся решению физических задач.

В настоящее время педагогическая ценность умения решать физические задачи общепризнанна. Решение задач является важнейшим средством осуществления воспитательных и обучающих целей изучения физики. От уровня сформированности умения решать задачи зависят действенность физических знаний, глубина понимания физики.

Вот почему мы решились предложить читателям - учителям физики, студентам и преподавателям физических факультетов высших учебных заведений и всем, интересующимся проблемой обучения учащихся решению физических задач, данное пособие, в котором мы попытались изложить свое видение рассматриваемой проблемы, разумеется, не претендуя на ее окончательное решение.

ГЛАВА I. ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ МЕТОДИКИ ФОРМИРОВАНИЯ У УЧАЩИХСЯ УМЕНИЯ РЕШАТЬ ЗАДАЧИ

I. ИСХОДНЫЕ ПОЛОЖЕНИЯ МЕТОДИКИ ОБУЧЕНИЯ УЧАЩИХСЯ УМЕНИЮ РЕШАТЬ ЗАДАЧИ ПО ФИЗИКЕ

I.1. Функции решения физических задач

Огромная роль решения задач в процессе обучения физике обусловлена, с одной стороны, тем, что важной целью обучения физике является овладение учащимися методами решения различных, главным образом практических физических задач, а с другой стороны — тем, что полноценное достижение всех целей обучения физике возможно лишь с помощью решения учащимися системы учебных физических задач. Таким образом, решение задач по физике выступает и как цель, и как средство обучения. Учитывая это, учитель, предлагая для решения учащимся ту или иную задачу, должен ясно осознавать основную цель ее решения, ту функцию в обучении и развитии личности, которую должно сыграть решение этой задачи. Решение любой задачи полифункционально, ибо оно приводит ко многим изменениям в знаниях, структуре деятельности и психике учащихся. Среди этих изменений имеется главное, ради которого учитель и предлагает для решения именно данную задачу. Это главное изменение в личности учащихся и надо иметь в виду, говоря о функциях решения физических задач в обучении. Процесс решения некоторых, наиболее значимых задач следует завершать обсуждением, цель которого, выяснить, что нового узнали учащиеся в результате проведенного решения, какие особенности задачи и ее решения наиболее важны, что полезно запомнить и т. д.

Основные функции решения задач следующие:

- а) вводно — мотивационная;
- б) познавательная;
- в) развивающая;
- г) воспитывающая;

- д) иллюстративная;
- е) практического применения изучаемых физических законов и закономерностей;
- ж) формирования у учащихся специальных физических умений и навыков;
- з) формирования у учащихся межпредметных умений и навыков;
- и) формирования у учащихся общих умений и способностей;
- к) контрольно — оценочная.

Рассмотрим некоторые из приведенных выше функции решения задач.

Вводно—мотивационная функция заключается в том, что решение задач позволяет формировать внутреннюю мотивацию учебной деятельности учащихся. Одним из важнейших внутренних мотивов учебной деятельности является познавательный интерес. Для формирования интереса учащихся к изучению физики можно эффективно использовать проблемное обучение, а для создания проблемных ситуаций применять решение задач. С этой целью удобно использовать качественные и экспериментальные задачи, а также задачи с историческим содержанием, послужившие толчком для создания и развития той физической теории, которая составляет содержание новой учебной темы. Приведем несколько примеров таких задач.

Задача 1. С какой целью при движении автомобиля по песку или снегу из его шин выпускают часть воздуха? (При изучении материала темы "Давление").

Задача 2. Одинаковые ли расстояния проходят левые и правые колеса автомобиля на повороте? (При изучении темы "Равномерное движение по окружности").

Задача 3. Почему для управления электрическими цепями большой мощности лучше использовать электромагнитное реле, а не рубильник? (При изучении темы "Явление самоиндукции").

Для формирования интереса к физике можно также применять решение задач с практическим содержанием, показывающих значение физических знаний для учащихся. Приведем примеры таких задач.

Задача 4. Почему на размытой дождем грунтовой дороге груженный автомобиль буксует меньше, чем порожний? (При изучении силы трения).

Задача 5. Почему максимальная разрешенная скорость движения легковых автомобилей выше, чем грузовых? (При изучении законов Ньютона).

Задача 6. Почему иногда сильно нагреваются электрические розетки или вилки электроприборов? Какие последствия может вызвать это явление? (При изучении темы "Работа и мощность электрического тока").

Иллюстративная функция заключается в том, что иллюстрация и конкретизация физических законов и явлений посредством решения задач позволяют углубить знания учащихся.

Задача 7. Вокруг гвоздя, забитого в сырую доску, появляется красноватый налет. В чем причина этого явления? (При изучении темы "Диффузия").

Задача 8. Масса автомобильного прицепа 10 т. Какую работу совершает двигатель автомобиля по буксировке этого прицепа на расстояние 10 км, если коэффициент трения шин о поверхность дороги равен 0,08? (При изучении темы "Механическая работа").

Задача 9. Для закалки стального сверла его нагревают, а затем опускают в масло. Определить массу масла, необходимую для охлаждения сверла от 800 до 60 °С, если масса сверла 120 г, а удельная теплоемкость масла 2000 Дж/(кг×К). (При изучении темы "Тепловые явления").

Практическое применение изучаемых физических явлений и законов при решении задач позволяет учащимся глубже осознать их содержание, является одним из способов закрепления знаний и преодоления формализма знаний.

Задача 10. Искусственный спутник Земли массой 500 кг вращается по круговой орбите радиусом 6500 км. Определить действующую на ИСЗ силу тяжести и работу, совершенную этой силой за один полный оборот спутника.

Решение этой задачи позволяет учащимся осознать границы применимости формулы силы тяжести $F=mg$, а также понять, что центростремительная сила не совершает работу.

Задача 11. Вращение от коленчатого вала двигателя автомобиля передается его колесам через специальное устройство — дифференциал, благодаря которому ведущие колеса могут вращаться с различной скоростью. Для чего нужно это устройство?

Решение этой задачи позволяет учащимся понять, что при описании вращательного движения твердого тела нельзя пользоваться

понятием "линейная скорость" и приходится вводить новое понятие "угловая скорость").

Задача 12. Допустимое давление для некоторого сорта бетона составляет 5000 кПа. При какой высоте бетонной колонны может произойти ее разрушение под действием силы тяжести?

Решение данной задачи способствует закреплению понятий: "давление", "плотность", "сила тяжести".

Деятельность учащихся по решению учебных физических задач позволяет **формировать специальные физические умения и навыки.**

Задача 13. Почему амперметр нельзя подключать параллельно потребителю электрической энергии?

Решение этой задачи направлено на формирование умения пользоваться одним из измерительных приборов.

Задача 14. Сопротивление школьного вольтметра 40 Ом, его предел измерения 4 В. Как переделать этот вольтметр, чтобы с его помощью можно было измерять напряжение до 100 В?

Решение задач, аналогичных данной, а также задач на расчет шунта амперметра позволяет формировать у учащихся умение изменять предел измерения электроизмерительных приборов.

Задача 15. Предел измерения вольтметра 300 В, его шкала содержит 100 делений. Каково напряжение на участке цепи, к концам которого подсоединены клеммы данного вольтметра, в случае, если его стрелка показывает 40 делений?

Решение задач, аналогичных данной, формирует у учащихся измерительные навыки.

Важной функцией решения задач является **формирование межпредметных умений** (вычислительных, измерения температуры, определения координат положения тел в пространстве, построения и анализа графиков и многих других).

Задача 16. Атом какого элемента изображен на рис. 1? Заряжен ли электрически нейтрален этот атом? Как называется такой атом? Каков состав ядра этого атома?.

Задача 17. По графику (рис. 2) определить ускорение автомобиля при движении на 1-й и 4-й передачах.

Задача 18. Почему при нарезании резьбы рекомендуется смазывать маслом метчик или лерку?

Решение учебных физических задач также способствует **формированию общеучебных умений и способностей учащихся**

(анализировать явление, выделять существенные стороны явления, находить сходство и различие в ряде явлений и объектов, устанавливать причинно — следственные связи явлений).

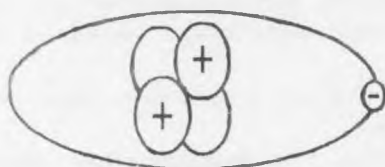


Рис. 1

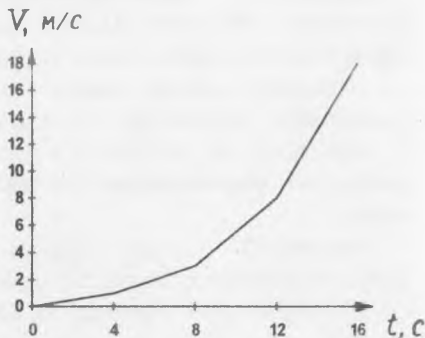


Рис. 2

Задача 19. Утонет ли стальная гайка в сосуде с водой, находящемся на борту орбитальной станции, внутри которой поддерживается нормальное давление воздуха?

Задача 20. Почему двигатель автомобиля развивает большую мощность при разгоне по сравнению с равномерным движением?

Задача 21. Определить изменение внутренней энергии стального слитка массой 500 кг при его плавлении. Чем обусловлено это изменение (изменением энергии движения молекул или изменением энергии их взаимодействия)?

Контрольно—оценочная функция решения задач обусловлена тем, что решение задач является простым, удобным и достоверным способом проверки знаний и умений.

Задача 22. Двигатель автомобиля потребляет 20 кг горючего в час. Какова мощность двигателя, если его КПД 25 %?

Решение данной задачи позволяет проверить знание учащимися понятий: "мощность", "теплота сгорания топлива", "теплотворная способность топлива", "КПД механизма".

Как правило, для проверки знаний используются количественные задачи, однако с этой целью можно также использовать качественные, экспериментальные, графические и другие виды задач.

Задача 23. В какой точке траектории тела, брошенного под углом к горизонту, нормальное к траектории ускорение тела будет

максимальным? (Сопротивление воздуха движению тела не учитывать).

Задача 24. Цирковой гимнаст сначала прыгает на гибкую доску — трамплин, а затем вверх. Почему в этом случае прыжок будет более высоким, чем без трамплина?

Очень важно, чтобы цель решения каждой задачи была ясна учителю и известна учащимся. Только в этом случае решение физических задач будет проводиться учащимися сознательно, с полным пониманием цели решения.

1.2. Методика решения и методика обучения решению учебных физических задач

Необходимо различать методику решения и методику обучения решению физических задач. Если первая отвечает на вопрос, *как решать* ту или иную задачу по физике, то вторая рассматривает принципиально иную проблему: *как научить* учащихся решать любые задачи по курсу физики средней школы. Первая методика является составной частью второй, однако вторая не просто шире первой, но отличается от нее иной направленностью, иной целью.

Широко распространенная в практике школы методика обучения решению задач (методика решения) состоит в том, что учитель демонстрирует учащимся способы решения так называемых типовых задач, а учащиеся, подражая учителю, решают по показанным образцам большое число однотипных задач. Низкая эффективность такой методики общеизвестна. Она ярко проявляется в ситуации, когда абитуриенты, пытаясь решить несложную, но незнакомую им по форме задачу, заявляют, что такие задачи они в школе не решали, а поэтому и данную задачу решить не могут.

Очевидно, что повышение уровня умения учащихся решать задачи по физике не может быть достигнуто разработкой очередной методики решения задач. Эту проблему можно разрешить только разработкой и широким внедрением в практику школы методологии процесса обучения решению задач по физике, то есть *методики обучения*.

Основные положения *методики обучения* решению физических задач:

а) необходимо вырабатывать у учащихся общий подход к осознанному поиску решения любой физической задачи;

б) для формирования такого общего подхода учащиеся должны иметь четкие представления о сущности, структуре и особенностях физических задач, о механизмах и процессах их решения;

в) решение физических задач является сложной деятельностью, состоящей из ряда действий, которые в свою очередь состоят из операций;

г) для осуществления этой сложной деятельности учащиеся должны иметь прочные умения и навыки в выполнении отдельных действий и операций, входящих в ее состав. Следовательно, необходимо ввести в обучение систему особых учебных заданий для формирования у учащихся необходимых умений выполнять над заданной задачей конкретные действия и операции. Для того чтобы прямой целью деятельности было овладение данным действием или операцией, сама задача не решается (наиболее эффективно усваивается лишь то содержание обучения, которое является для ученика прямой, непосредственной целью его учебной деятельности);

д) для более глубокого осознания учащимися особенностей физических задач целесообразно ввести в процесс обучения систему учебных заданий по самостоятельному *составлению* учащимися новых и обратных заданным физическим задач, их *преобразованию*.

В соответствии с этими положениями процесс обучения учащихся решению физических задач должен содержать следующие блоки:

а) изучение элементов теории учебных физических задач;

б) систему учебных заданий по формированию у учащихся умений и навыков в выполнении отдельных действий и операций, входящих в деятельность по решению физических задач;

в) систему учебных заданий по составлению и преобразованию физических задач;

г) систему физических задач для формирования у учащихся общего подхода к поиску способа решения задачи (обобщенной структуры деятельности), знакомства с различными методами решения и развития способностей в решении разнообразных физических задач. Необходимо отметить, что указанные блоки в процессе обучения не разделены по времени, а пересекаются и перекрывают друг друга.

1.3. Элементы теории учебных физических задач

Задача в учебном процессе по физике является особой формой предъявления информации, средством осуществления учебного процесса и развития учащихся.

Первоначально физические задачи возникают как знаковые модели проблемных ситуаций. Проблемные ситуации появляются в процессе практической, научной, познавательной деятельности, когда субъект на пути к цели деятельности сталкивается с каким-то затруднением.

Это затруднение может быть вызвано отсутствием нужных знаний, противоречиями с имеющимися знаниями, необходимостью сделать выбор в ситуации неопределенности и другими причинами.

Центром проблемной ситуации является субъект, который оказался в такой ситуации. Поэтому проблемную ситуацию никому другому нельзя передать — это ситуация, в которой находится данный субъект и никто иной. Проблемные ситуации стимулируют активную познавательную деятельность субъекта, направленную на углубленный анализ таких ситуаций. Результатом данного анализа является создание знаковой модели проблемной ситуации. Эта знаковая модель (т. е. описание, представление) проблемной ситуации и есть задача. Значит, задача есть знаковая модель (т. е. описание на каком-либо языке) проблемной ситуации. Задачи в отличие от проблемных ситуаций можно передавать другим, а следовательно, можно изменять, можно придумывать.

Физическую задачу также можно рассматривать как словесно-символическое описание какой-то реальной или воображаемой задачной ситуации. Любое изучаемое физическое явление описывается различными характеристиками. Некоторые из этих характеристик мы можем непосредственно установить (задать), а другие остаются неизвестными. В этих случаях возникает задачная ситуация по определению каких-то неизвестных характеристик рассматриваемого явления или процесса. Словесное или иное описание (графическое, аналитическое и т. д.) этой задачной ситуации и является физической задачей.

Учебная задача — системный объект. Основными ее компонентами являются содержание (предмет задачи, условие и требование) и средства решения (методы и способы решения).

Другими словами (с точки зрения кибернетики), задача включает задачную и решающую системы.

В каждой физической задаче описывается какой-нибудь физический объект, явление или процесс. Следует иметь в виду, что при этом рассматриваются лишь определенная сторона или момент объекта, явления, процесса, то есть рассматриваемые явление или процесс всегда идеализированы. Рассматриваемые сторона или момент явления, процесса есть предметная область (предмет) задачи, задаваемая путем указания названий объектов этой области, их количественных и качественных характеристик.

Формулировка задачи состоит из высказываний, каждое из которых является элементарным условием задачи. Характеристики объектов задачи могут быть данными (известными) и неизвестными. Последние в свою очередь делятся на промежуточные (вспомогательные) неопределенные и искомые. Определение искомого составляет цель решения задачи, и она указана в требовании (вопросе) задачи.

Приведем пример анализа структуры учебной задачи.

Задача 25. Порожний грузовой автомобиль массой 4 т начал движение с ускорением $0,3 \text{ м/с}^2$. Какова масса груза, помещенного в кузов автомобиля, если груженный автомобиль при той же силе тяги движется с ускорением $0,2 \text{ м/с}^2$? Движение считать равноускоренным. Силой трения пренебречь.

Элементарные условия задачи следующие:

а) грузовик массой 4 т начал движение с ускорением $0,3 \text{ м/с}^2$. Объектом данного условия является порожний автомобиль, его количественные характеристики: масса 4000 кг, ускорение $0,3 \text{ м/с}^2$, начальная скорость 0 м/с (это значение задано в условии задачи в неявном виде: "автомобиль начал движение");

б) груженный автомобиль движется с ускорением $0,2 \text{ м/с}^2$. Объектом этого условия является груженный автомобиль, его количественная характеристика: ускорение $0,2 \text{ м/с}^2$. Вторым объектом

данного условия является груз, его характеристика — масса является искомой величиной;

в) автомобиль движется равноускоренно;

г) на автомобиль не действует сила трения.

Объекты задачи связаны между собой следующими отношениями:

а) сила тяги двигателя одинакова в обоих случаях (для порожнего и груженого автомобиля); сила тяги является вспомогательной неизвестной величиной;

б) масса второго объекта (груженого автомобиля) равна сумме масс первого (порожного автомобиля) и третьего (груза) объектов.

Требование задачи сводится к определению массы груза.

Классификация физических задач

Классификацию физических задач можно проводить по разным основаниям — компонентам задачной и решающей систем (табл. 1).

Кратко остановимся на задачах с идеальными и реальными объектами.

Известно, что все законы, закономерности, формулы и соотношения физики установлены не для реальных объектов, а для идеальных, являющихся идеализированными моделями реальных. Эти модели (физические понятия) образуются путем абстрагирования от многих конкретных особенностей реальных объектов и выделения лишь основных свойств, имеющих наибольшее значение при теоретическом исследовании данных объектов. Такими моделями являются: материальная точка, абсолютно твердое тело, математический маятник, идеальный газ, изопроцесс, гармонические колебания и другие. Следует иметь в виду, что применять законы и формулы физики непосредственно к реальным объектам нельзя и при решении конкретно-практических задач надо строить их идеальные модели путем замены реальных объектов на идеальные.

Подавляющее большинство задач, имеющих в различных сборниках, являются беспоисковыми (определенными). В них заданы все условия, необходимые и достаточные для решения. Особую ценность для формирования различных познавательных умений и умственного развития учащихся имеют недоопределенные и пере-

Классификация учебных физических задач

Компонент задачи, положенный в основу классификации	Основание для классификации	Вид задачи
Задачная система	<p>По описанию компонентов предмета действия в условии задачи</p> <p>По способу выражения условия и требования задачи</p> <p>По характеру объектов задачи</p>	<p>Задачи исполнения</p> <p>Задачи восстановления</p> <p>Задачи преобразования</p> <p>Задачи конструирования</p> <p>Текстовые</p> <p>Графические</p> <p>Задачи – рисунки</p> <p>Задачи с идеальными объектами (идеальные):</p> <p>а) абстрактные,</p> <p>б) теоретические</p> <p>Задачи с реальными объектами (реальные):</p> <p>а) житейские,</p> <p>б) производственно – технические,</p> <p>в) исторические,</p> <p>г) с лабораторными данными</p>
Отношение задачи – ной системы к задачной ситуации	По достаточности информации в содержании задачи	<p>Бесплошные (определенные) задачи</p> <p>Поисковые (неопределенные) задачи</p> <p>Задачи, содержащие избыточную информацию (переопределенные)</p>

Решающая система	По способу поиска средств решения	Задачи на использование готового алгоритма Задачи на программирование по готовому алгоритму Задачи на поиск алгоритма решения Задачи, для решения которых нет алгоритма (нестандартные)
	По основному способу решения	Логические Вычислительные Графические Геометрические Номографические Экспериментальные
	По сложности решения	Простые Сложные
	По числу решений	Задачи, имеющие одно решение Задачи, имеющие несколько решений Задачи, имеющие бесконечное множество решений Задачи, не имеющие решений
Отношение решаемой системы к задачной ситуации	По характеру используемого теоретического материала	Задачи по конкретным темам и разделам Комплексные задачи Задачи межпредметного содержания
	По роли задач в формировании структурных элементов физических знаний (научных фактов, понятий, законов, теорий)	Задачи на усвоение содержания понятий Задачи на усвоение объема понятий Задачи на установление связей между понятиями Задачи на усвоение законов Задачи на усвоение научных фактов Задачи на объяснение и предсказание явлений

определенные задачи. В недоопределенных задачах заданы не все необходимые для решения условия. Недостающие условия учащиеся могут найти из справочников, в результате наблюдений, проведения опытов и т. д.

В переопределенных задачах заданы лишние условия. Можно отметить, что при этом возможны два случая:

а) лишние условия являются следствиями основных условий. Такие задачи имеют определенные решения;

б) лишние условия противоречат основным условиям. Такие задачи являются противоречивыми и не имеют решений.

1.4. Сущность и структура процесса решения учебных физических задач

Под деятельностью по решению задачи будем понимать всю деятельность от принятия обучаемым задачи (чтения ее текста) до полного завершения решения задачи и обсуждения полученного решения. Для выявления структуры деятельности по решению учебных физических задач рассмотрим пример решения небольшой количественной задачи.

Задача 26. С каким ускорением двигался автомобиль, скорость которого возросла от 36 до 72 км/ч на пути в 1 км?

Задача в такой формулировке не может быть решена, ее предмет не определен, так как неясен характер движения автомобиля. Можно сделать множество разных предположений, но требование определить ускорение указывает на целесообразность предположить, что автомобиль двигался с постоянным ускорением, то есть равноускоренно. Считая, что автомобиль в данной ситуации можно рассматривать как материальную точку, получаем следующую идеальную модель решаемой задачи: "Скорость материальной точки, двигавшейся равноускоренно, возросла от 36 до 72 км/ч на расстоянии 1 км. Определить ускорение точки".

Затем проводим логический анализ задачи (см. задачу 25), в процессе которого выделяем элементарные условия и требования задачи, объекты задачи и их характеристики. В результате такого анализа можно перекодировать содержание задачи и представить его в виде следующей схематической модели:

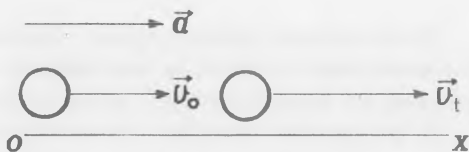
равноускоренное движение

$$S = 1 \text{ км} = 1000 \text{ м}$$

$$V = 36 \text{ км/ч} = 10 \text{ м/с}$$

$$V = 72 \text{ км/ч} = 20 \text{ м/с}$$

$a = ?$



Теперь можно перейти к построению математической модели задачи. Для этого необходимо выявить те законы, закономерности, формулы, которые связывают данные задачи и искомую величину. Такими формулами для данной задачи являются следующие:

$$\vec{V}_t = \vec{V}_0 + \vec{a}t \quad \text{и} \quad \vec{S} = \vec{V}_0 t + \frac{\vec{a}t^2}{2}$$

или в проекциях на ось ОХ:

$$V_{tx} = V_{0x} + a_x t \quad \text{и} \quad S_x = V_{0x} t + \frac{a_x t^2}{2}$$

Записанная система уравнений и является математической моделью рассматриваемой задачи.

Дальнейший ход решения очевиден: необходимо решить полученную систему уравнений относительно искомой величины, выполнить проверку единицы измерения искомой величины по полученной формуле и определить численное значение искомой величины.

Из приведенного примера можно сделать следующие выводы:

а) решить учебную физическую задачу — это значит найти такие положения физической теории, применяя которые к условиям задачи или к промежуточным результатам, мы удовлетворяем требования задачи (получаем ответ задачи);

б) процесс решения учебной физической задачи состоит из трех частей: аналитической, решающей и учебно-познавательной (исследовательской).

Аналитическая часть содержит следующие этапы:

1) построение (мысленное) идеальной физической модели задачи. Этот этап содержит установление тех идеальных условий, при которых рассматриваемое в задаче явление (или процесс) может быть подведено под физическую теорию, а также замену реальных объектов идеальными (физическими понятиями);

2) логический анализ задачи: вычленение из текста задачи всех элементарных условий и требований, выявление объектов каждого условия, их характеристик, связей и отношений;

3) построение знаково — символической (вспомогательной) модели задачи в форме краткой записи условий и требования задачи, чертежа, графика, рисунка, векторной диаграммы и т. д.

Решающая часть включает следующие этапы:

4) поиск способа решения задачи, нахождение тех положений физической теории, на основе которых может быть решена данная задача;

5) построение математической модели задачи;

6) осуществление способа решения задачи. Если построена математическая модель, то — математическое решение задачи;

7) физическая интерпретация полученного результата и оценка его реальности (содержательная и по размерности);

8) формулировка ответа задачи.

Учебно — познавательная часть процесса решения задачи включает: исследование условий, при которых данная задача имеет решение, нахождение иных решений при различных допущениях, выявление других способов решения, определение наиболее рационального способа решения и т. д.

Очень важно после решения наиболее значимых задач обсудить с учащимися, что нового они узнали в результате решения задачи, какие умения и навыки приобрели, какие приемы и методы, использованные при решении задачи, полезно запомнить и т. д.

Полезно также перед началом решения серии задач указать учащимся цель решения этих задач, чему они должны научиться в процессе решения этих задач.

Конечно, не все перечисленные этапы являются обязательными при решении каждой учебной физической задачи. Количество этапов или полнота их реализации зависят от характера задачи, цели ее решения, от того, насколько способ ее решения знаком учащимся. При решении задач перечисленные этапы не всегда выполняются в указанном порядке: иногда их последовательность нарушается, некоторые из них могут осуществляться одновременно, соединяясь в один общий этап.

2. СРЕДСТВА ФОРМИРОВАНИЯ УМЕНИЯ РЕШАТЬ ФИЗИЧЕСКИЕ ЗАДАЧИ

2.1. Формы описания деятельности учащихся по решению задач

Для формирования у учащихся умения решать задачи необходимо организовать их самостоятельную познавательную деятельность. При этом учащиеся должны осознать сущность и структуру деятельности по решению задач. В этом случае ученик сможет сам контролировать выполнение отдельных действий и операций, входящих в структуру деятельности.

При решении задач приходится использовать различные алгоритмы и эвристические правила (схемы). Под алгоритмом мы понимаем пошаговую программу, применяя которую к заданным условиям задачи определенного вида, можно всегда получить решение задачи.

Очень часто алгоритм в физике формулируется в форме словесного правила или формулы. Для пользования таким "свернутым" алгоритмом его надо развернуть в пошаговую программу (явно или в уме). Например, формула $S=V \times t$ является свернутым алгоритмом. Пошаговая программа, соответствующая этому алгоритму, используется для определения пути, пройденного телом при равномерном движении. Запишем ее.

1. Определить скорость тела V .
2. Определить время движения тела t .
3. Перемножить значения V и t . Полученное произведение и является пройденным расстоянием S .

Конечно, в рассмотренном примере развертывание формулы в пошаговую программу настолько просто, что его можно выполнить в уме, но в более сложных случаях необходимо показать учащимся, каким образом "свернутый" алгоритм следует разворачивать в пошаговую программу.

Под эвристическим правилом будем понимать такое правило (указание, рекомендацию), которое помогает в поиске способа решения нестандартных задач, т. е. таких задач, для решения которых в физике нет соответствующего алгоритма. Для решения задач некоторых видов известна система эвристических правил (эвристик), позволяющих эвристическую схему решения этих задач.

Если применение алгоритма для решения задачи определенного вида гарантирует получение верного решения, то применение эвристик и эвристических схем такой гарантии не дает, однако помогает в поиске способа решения задачи.

2.2. Структура деятельности по решению учебных физических задач

Проведенный ранее анализ процесса решения задачи позволяет выделить действия, общие для решения большинства учебных физических задач.

Решение задачи начинается с ознакомления с ней. Цель данного действия — построение знаково-символической модели задачи. Следующим действием является составление плана решения задачи. Цель этого действия — определение искомого задачи (тех положений теории, на основе которых может быть решена задача). Только выполнив это действие, можно приступить к следующему — осуществлению решения задачи. Завершающим действием является проверка полученного решения, цель которого — проверить правильность решения задачи, оценить достоверность полученного результата, сформулировать ответ задачи.

Сопоставление функций действия (направление) и операции (осуществление) позволило выделить единые по форме операции в составе всех действий, входящих в структуру деятельности по решению учебных физических задач: ориентирование, планирование, исполнение и контроль. Структура деятельности, а также содержание отдельных операций показаны в табл. 2.

Посредством первого действия происходит восприятие конкретной задачной ситуации. Это восприятие становится началом преобразования задачи. Успех преобразования определяется точностью восприятия задачи. Выделение элементарных условий, требований и объектов задачи, характеристик объектов и связей между ними позволяет перекодировать задачу, представить ее в форме идеальной физической задачи и построить ее знаково-символическую модель.

Операции, выделенные в действии ознакомления с условием задачи, входят и в состав остальных действий. При этом содержание одноименных операций в разных действиях различно.

Таблица 2

Структура деятельности по решению учебных физических задач

Действия	Операции	Содержание операций
Ознакомление с задачей	Ориентирование	Чтение задачи, выделение элементарных условий и требований, установление объектов элементарных условий и отношений между ними
	Планирование	Идеализация содержания задачи
	Исполнение	Кодирование задачной ситуации (построение знаково – символической модели задачи)
	Контроль	Воспроизведение содержания задачи по ее модели
Составление плана решения задачи	Ориентирование	Выявление предмета задачи, раздела, темы, системы знаний, которые объясняют явление, рассматриваемое в задаче
	Планирование	Выявление возможных путей разрешения требований задачи
	Исполнение	Определение рационального метода решения задачи
Контроль	Контроль	Проверка целесообразности решения задачи выбранными средствами

Действия	Операции	Содержание операций
Осуществление решения задачи	Ориентирование Планирование	Выделение способа решения задачи Актуализация и запись основного уравнения (суждения), определение его достаточности для получения соглашения между условием и требованием задачи
	Исполнение	Составление системы уравнений, решение системы уравнений; выявление причинно — следственных связей; построение умозаключения с целью получения соотношения между условием и требованием задачи; вычисления
	Контроль	Проверка полученного соотношения между условием и требованием задачи
Проверка полученного результата и его анализ	Ориентирование Планирование	Уточнение содержания полученного результата, его физическая интерпретация Выбор метода проверки результата в зависимости от его содержания
	Исполнение	Осуществление проверки результата на достоверность, реальность, соответствие
	Контроль	Исследование условий, при которых задача имеет решение, нахождение других решений при различных допущениях, определение возможности получения результата другими способами, выявление наиболее рационального способа решения

Выполнение операций второго действия позволяет осознанно произвести очередное перекодирование задачи и построить ее математическую модель.

Следует отметить, что решение задачи не завершается выполнением третьего действия. Выполнение четвертого действия позволяет преодолеть формализм в умении учащихся решать задачи, вскрыть физическую сущность задачи, углубить знание физики. Полезнее решить одну задачу с подробным выполнением и обсуждением всех операций, чем получить ответы при решении десятка однотипных задач без их обсуждения.

2.3. Структура деятельности как система реализующих и управляющих действий и операций

Полученная иерархическая система действий и операций структуры деятельности по решению задач позволяет поставить вопрос о выделении главного звена каждого действия и всей деятельности. Формирование у учащихся умения решать задачи должно происходить путем выделения и усвоения главного в данный момент звена. Прежде всего учащиеся должны усвоить выполнение основных операций, входящих в главные действия. Затем должно происходить дальнейшее формирование умения решать задачи за счет усвоения остальных действий и операций.

Основой умения учащихся решать задачи по физике является знание структуры выполнения деятельности по решению задач. В приведенной выше структуре деятельности (табл. 2) можно выделить два типа действий и операций: реализующие и управляющие. К реализующим действиям относятся: ознакомление с задачей и осуществление решения задачи, к управляющим — планирование решения задачи и проверка полученного результата. Что касается операций, то к реализующим относятся: ориентирование и исполнение, а к управляющим — планирование и контроль.

Процесс формирования у учащихся умения решать учебные физические задачи необходимо начинать с усвоения реализующих действий через усвоение содержания реализующих операций (назовем их основными). Раскрытие реализующих действий через основные операции позволяет выделить содержательную сторону действий. Уяснение основного содержания действий позволяет

поставить проблему оценки необходимости выполнения того или иного действия и проверки результатов выполнения действий. Поэтому в реализующие действия включаются управляющие операции. Затем выделяются как самостоятельные управляющие действия, которые включаются в деятельность основными операциями. Только после усвоения учащимися выполнения управляющих действий реализующими операциями ставится задача усвоения ими всех операций деятельности по решению задач. Учебная деятельность, как и любой другой вид человеческой деятельности, обязательно включает средства управления ею, что и отражается наличием управляющих действий и операций в структуре деятельности по решению физических задач.

2.4. Общие методы решения физических задач

Описанная выше структура деятельности может быть использована при решении большинства учебных физических задач, однако при решении некоторых сложных или нестандартных задач ее непосредственное применение затруднено. При решении таких задач можно использовать эвристические правила (эвристики). Наиболее общие и часто используемые эвристики основаны на следующих методах решения нестандартных задач: расчленении задачи на стандартные или более простые задачи; сведении данной задачи к другой, ей эквивалентной, но более простой или более знакомой; введении вспомогательных элементов в условие задачи.

Расчленение задачи на стандартные или более простые задачи (подзадачи) может быть осуществлено разбиением на части предмета, условия или требований задачи.

Например, при решении задач на движение тела, брошенного под углом к горизонту, предмет задачи — движение тела по параболической траектории — разбивается на два простых прямолинейных движения: равномерное в горизонтальном направлении и равномерное — в вертикальном.

Задача 27. В герметически закрытом сосуде с водой плавает кусок льда массой 100 г, в который вморожена дробинка массой 5 г. Какое количество теплоты нужно затратить, чтобы дробинка начала тонуть? Температура воды 0°C , удельная теплота плавления льда 330 кДж/кг , плотность льда 900 кг/м^3 , а плотность свинца 11300 кг/м^3 .

Условие этой задачи можно разбить на две части: плавление льда за счет подведенного тепла и погружение оставшейся части льда с вмерзшейся в него дробинкой.

Второе условие позволяет решить стандартную задачу на условие плавания тел (на тело действует сила тяжести и сила Архимеда). В данном случае тело состоит из дробинки и части льда, которую дробинка будет увлекать на дно.

Первое условие позволяет решить простую задачу на расчет количества теплоты, необходимого для таяния льда массой $m_1 - m_2$, где $m_1 = 100$ г, а m_2 — масса льда, увлекаемого дробинкой при погружении.

Задача 28. Закрытый сосуд заполнен водой, температура которой 27°C . Чему стало бы равно давление внутри сосуда, если бы взаимодействие между молекулами воды внезапно исчезло?

Требование этой задачи можно разбить на два: что произошло бы с водой, если бы исчезло взаимодействие между ее молекулами? Определить давление внутри сосуда в этом случае.

Ответ на первое требование задачи (вода перешла бы в газообразное состояние) позволяет выполнить второе требование — решить простую задачу на расчет давления газа с помощью уравнения Менделеева — Клапейрона.

Сведение задачи к более простой или знакомой задаче может быть осуществлено путем преобразования условия, замены неизвестных, замены объекта другим (кодирования).

Задача 29. Даны амперметр, вольтметр, источник питания, резистор и соединительные провода. Как измерить сопротивление резистора с наибольшей точностью?

Начертим схему электрической цепи (рис. 3). Анализ схемы показывает, что определение сопротивления на основании закона Ома

$$I = \frac{U}{R}$$

будет неточным, так как вольтметр измеряет напряжение не на резисторе U_R , а суммарное напряжение на резисторе и амперметре

$$U = U_R + U_A.$$

Для определения напряжения на резисторе U_R можно использовать формулу

$$U_R = U - U_A,$$

полученную из предыдущей, причем напряжение на амперметре

$$U_R = I \times R_A.$$

Таким образом, возникает вопрос, как определить сопротивление амперметра?

Очевидно, что условие задачи 29 можно преобразовать следующим образом: даны амперметр и резистор с неизвестными сопротивлениями, вольтметр, источник питания и соединительные провода. Как измерить сопротивление амперметра и, зная его, наиболее точно определить сопротивление резистора? Решение данной экспериментальной задачи следующее: прежде всего необходимо с помощью цепи, схема которой показана на рис. 4, определить сопротивление амперметра, а затем, используя цепь, схема которой была показана на рис. 3, определить сопротивление резистора.

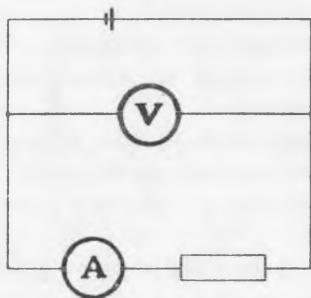


Рис. 3

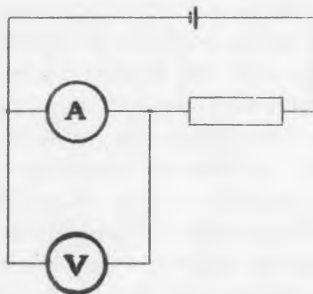


Рис. 4

Задача 30. Лампочку карманного фонаря, рассчитанную на напряжение 3,5 В и силу тока 0,28 А, соединили последовательно с лампочкой мощностью 110 В, рассчитанной на напряжение 220 В. После включения цепи лампочка карманного фонаря перегорела. Почему это произошло?

Эту задачу можно решить, **заменяя** на простую задачу за счет **замены неизвестных**. Требование задачи можно сформулировать следующим образом: на какую мощность рассчитана лампочка карманного фонаря? Какая мощность выделяется на ней в данном случае? Перегорит ли при такой мощности лампочка?

Требование задачи можно выразить и иначе: ток какой силы течет по лампочке карманного фонаря в данном случае? Перегорит ли она?

Замена объекта задачи другим (кодирование) происходит в процессе решения физических задач при переходе от реальных физических объектов к их моделям (материальной точке, абсолютно твердому телу, идеальному газу, тонкой линзе и др.), так как, строго говоря, все физические законы и формулы справедливы для идеальных объектов, явлений и процессов. К идеальным явлениям и процессам относятся: равномерное и равнопеременное движения, инерциальная система отсчета, изопроцессы в газах и т. д.

Введение вспомогательных элементов проводится для сближения данных задачи и искомых величин, расчленения задачи на части, придания задаче определенности.

Задача 31. Определить показание амперметра в схеме, показанной на рис. 5, если сопротивление первого резистора 25 Ом, сопротивления остальных резисторов одинаковы и равны 10 Ом, напряжение на клеммах источника 4,5 В. Внутренним сопротивлением источника тока и сопротивлением амперметра пренебречь. Для сближения данных задачи и искомой величины необходимо представить схему в другом виде (рис. 6).

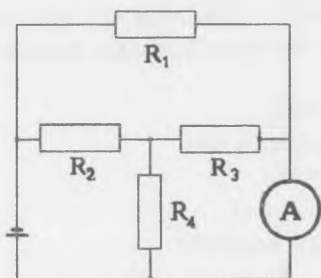


Рис. 5

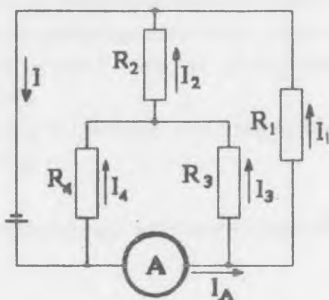


Рис. 6

По условию задачи сопротивлением амперметра можно пренебречь, поэтому схему представим в виде, показанном на рис. 7, где R_5 — общее сопротивление резисторов R_3 и R_4 , соединенных параллельно.

Введение двух вспомогательных элементов (двух схем) позволяет значительно сблизить данные задачи и искомую величину. Из рис. 6 видно, что

$$I = I_4 + I_A. \quad (1)$$

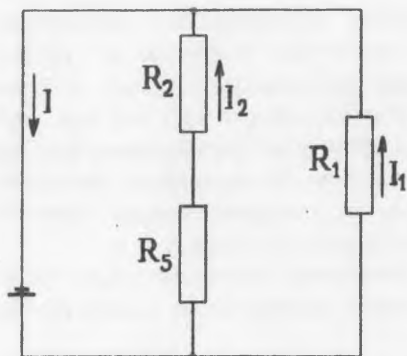


Рис. 7

Для определения силы тока, текущего через источник, с помощью закона Ома для участка цепи

$$I = \frac{U}{R} \quad (2)$$

необходимо определить общее сопротивление цепи. Из рис. 7 видно, что

$$\frac{1}{R} = \frac{1}{R_2 + R_5} + \frac{1}{R_1}, \quad (3)$$

причем сопротивление R_5 определим из формулы

$$\frac{1}{R_5} = \frac{1}{R_3} + \frac{1}{R_4}. \quad (4)$$

Так как $R_3 = R_4$, то из (4) получим

$$\frac{1}{R_5} = \frac{1}{R_3}, \text{ откуда } R_5 = \frac{R_3}{2} = \frac{10}{2} = 5 \text{ Ом.}$$

Сумма сопротивлений $R_2 + R_5 = 10 + 5 = 5$ Ом. Так как эта величина оказалась равной сопротивлению R_1 , то, следовательно, равны и силы токов I_2 и I_1 . Из рис. 7 ясно, что

$$I = I_1 + I_2 = 2I_2. \quad (5)$$

Из равенства $R_3 = R_4$ и из рис. 6 следует, что

$$I_2 = I_3 + I_4 = 2I_4. \quad (6)$$

Решая совместно уравнения (5) и (6), получим:

$$I_4 = \frac{I_2}{2} = \frac{I}{4}. \quad (7)$$

Для определения силы тока в цепи вычислим ее общее сопротивление: $\frac{1}{R} = \frac{1}{10 + 5} + \frac{1}{5} = \frac{2}{15}$, откуда $R = 7,5$ Ом. По закону Ома (2)

определим силу тока, текущего через источник: $I = \frac{4,5}{7,5} = 0,6$ А,

затем из формул (1) и (7) определим искомую величину:

$$I_A = I - I_4 = I - \frac{I}{4} = \frac{3}{4}I = \frac{3}{4} \times 0,6 = 0,45 \text{ А.}$$

Задача 32. Определить силу тяги двигателя ракеты, в котором в качестве горючего используется водород, а в качестве окислителя — жидкий кислород. Секундный расход водорода 24 кг, скорость истечения газов из сопла ракеты 5 км/с.

Введение дополнительного элемента — уравнения химической реакции окисления водорода



позволяет **расчлени**ть задачу на две части: задачу на определение массы газа (водяного пара), выходящего ежесекундно из сопла двигателя, и задачу на определение силы тяги двигателя.

Из уравнения химической реакции видно, что количество водяного пара будет равно количеству водорода, т. е.

$$\nu_2 = \nu_1, \quad \text{или} \quad \frac{m_2}{\mu_2} = \frac{m_1}{\mu_1},$$

где $\mu_1 = 0,002$ кг/моль, а $\mu_2 = 0,018$ кг/моль.

Согласно третьему закону Ньютона сила тяги двигателя равна по модулю силе, действующей на вылетающий из сопла ракеты пар. Эту силу можно определить по второму закону Ньютона в импульсной форме:

$$F \Delta t = \Delta(m \times v).$$

За время Δt через сопло ракеты проходит водяной пар массой

$$m = m_2 \times \Delta t.$$

Считая, что в начальный момент времени пар не вылетал, получим:

$$F = \frac{\Delta(mv)}{\Delta t} = \frac{mv}{\Delta t} = \frac{m_2 \Delta t}{\Delta t} = \frac{\mu_2 m_1 v}{\mu_1}.$$

$$\text{Сила тяги двигателя } F = \frac{0,018 \times 24 \times 5000}{0,002} = 1,08 \times 10^6 \text{ (Н)}.$$

Задача 33. Определить показание амперметра A_3 (рис. 8), если все три амперметра одинаковы, показания первого и второго равны соответственно 2 и 3 А.

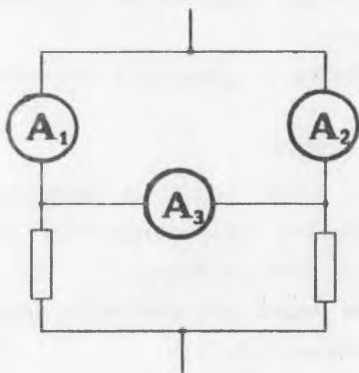


Рис. 8

Для придания задаче определенности в данном случае необходимо выбрать полярность клемм, соединяемых с источником тока (условно), и показать направления токов приданной полярности.

Один из двух возможных вариантов введения вспомогательных элементов показан на рис. 9.

Напряжение между точками С и D

$$U = I_2 \times R,$$

с другой стороны, оно равно сумме напряжений на участках DB и BC:

$$U = I_3 R + I_1 R.$$

Приравняв правые части записанных формул, получим:

$$I_2 R = I_3 R + I_1 R,$$

откуда

$$I_2 = I_3 + I_1.$$

Вычислим показание третьего амперметра:

$$I_3 = 3 - 2 = 1 \text{ (А)}.$$

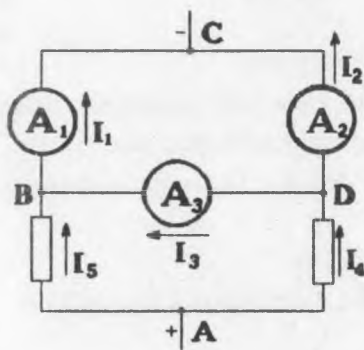


Рис. 9

3. МЕТОДИКА ФОРМИРОВАНИЯ У УЧАЩИХСЯ УМЕНИЯ РЕШАТЬ ЗАДАЧИ ПО ФИЗИКЕ

3.1. Основные этапы формирования у учащихся умения решать задачи по физике

Исходя из анализа структуры деятельности по решению учебных физических задач можно предложить следующую структуру процесса усвоения учащимися данного вида деятельности.

1. Усвоение основных операций реализующих действий.
2. Усвоение реализующих действий, т. е. усвоение наряду с содержанием реализующих операций также и содержания управляющих операций, входящих в реализующие действия.
3. Наряду с полным усвоением реализующих действий овладение основными операциями управляющих действий.
4. Полное усвоение структуры деятельности по решению учебных физических задач.
5. Применение усвоенной структуры деятельности к решению задач по новым темам и разделам курса физики, наполнение ее новым содержанием за счет овладения неизвестными прежде методами и способами решения задач.

При рассмотрении выделенной структуры процесса усвоения учащимися умения решать задачи по физике обозначим римскими цифрами действия, а арабскими — операции структуры деятельности по решению учебных физических задач (табл. 2): I — ознакомление с задачей, II — составление плана решения задачи, III — осуществление решения задачи, IV — проверка полученного результата решения и его анализ; 1 — ориентирование, 2 — планирование, 3 — исполнение, 4 — контроль.

По нашему мнению, можно выделить 9 этапов формирования у учащихся умения решать задачи по физике (табл. 3).

При изучении курса физики основной школы учащиеся должны пройти следующие этапы:

первый — усвоение структуры учебной физической задачи (выделение элементарных условий, объекта и требования задачи), усвоение основных операций по восприятию задачи (I — 1, 3);

второй — решение простейших задач, в которых в явном виде задана зависимость между требованием и условием задачи (I — 1, 3);

Этапы формирования у учащихся умения решать учебные физические задачи

Действия	Операции	Содержание операций	№№ этапов Сформированные операции								
			1	2	3	4	5	6	7	8	9
I. Ознакомление с задачами	1. Ориентирование	Чтение задачи, выделение элементарных условий и требований, установление объектов задачи и соотношений между ними	+	+	+	+	+	+	+	+	+
	2. Планирование	Идеализация содержания задачи		+	+	+	+	+	+	+	+
	3. Исполнение	Построение знаково – символической модели задачи	+	+	+	+	+	+	+	+	+
	4. Контроль	Воспроизведение содержания задачи по ее модели				+	+	+	+	+	+
II. Составление плана решения задачи	1. Ориентирование	Выявление предмета задачи и раздела, темы, системы знаний, которые объясняют явление, описываемое в задаче						+	+	+	+
	2. Планирование	Выявление возможных путей разрешения требований задачи							+	+	+
	3. Исполнение	Определение рационального метода решения задачи						+	+	+	+
	4. Контроль	Проверка целесообразности выбранного метода решения задачи								+	+

Действия	Операции	Содержание операций	№№ этапов Сформированные операции								
			1	2	3	4	5	6	7	8	9
III. Осуществление решения задачи	1. Ориентирование	Выявление способа решения задачи Актуализация и запись основного уравнения (суждения) Составление и решение системы уравнений, выявление причинно — следственных связей, построение умозаключения. Вычисления Проверка полученного соотношения между условием и требованием задачи Уточнение содержания результата, его физическая интерпретация Выбор метода проверки результата Осуществление проверки результата на достоверность, реальность, соответствие Исследование условий, при которых задача имеет решение, нахождение других решений при различных допущениях, определение возможности получения результата другими способами, выявление наиболее рационального способа решения	+			+	+	+	+	+	+
	2. Планирование				+	+	+	+	+	+	+
	3. Исполнение			+		+	+	+	+	+	+
	4. Контроль			+		+	+	+	+	+	+
IV. Проверка полученного результата и его анализ	1. Ориентирование	Выявление способа решения задачи Актуализация и запись основного уравнения (суждения) Составление и решение системы уравнений, выявление причинно — следственных связей, построение умозаключения. Вычисления Проверка полученного соотношения между условием и требованием задачи Уточнение содержания результата, его физическая интерпретация Выбор метода проверки результата Осуществление проверки результата на достоверность, реальность, соответствие Исследование условий, при которых задача имеет решение, нахождение других решений при различных допущениях, определение возможности получения результата другими способами, выявление наиболее рационального способа решения									
	2. Планирование										
	3. Исполнение										
	4. Контроль										

третий — усвоение определенных способов решения задач, выделение идеального объекта задачи. Решение задач, в которых требования и условия связаны уравнением с одним неизвестным или не — сложным умозаключением (I — 2, III — 2);

четвертый — усвоение контроля за выполнением действий "ознакомление с условием задачи" и "осуществление решения задачи" (I — 4, III — 4).

Таким образом, при изучении курса физики в 7, 8 — х классах учащиеся должны в основном овладеть реализующими действиями структуры деятельности по решению учебных физических задач.

При изучении курса физики 9 класса учащиеся должны пройти следующие этапы:

пятый — усвоение проверки полученного результата решения задачи (IV — 1, 3);

шестой — усвоение реализующих операций действия "составление плана решения задачи" (II — 1, 3);

седьмой — усвоение операции "планирование" управляющих действий (II — 2, IV — 2);

восьмой — усвоение контрольных операций управляющих действий и полной структуры деятельности по решению учебных физических задач (II — 4, IV — 4).

При изучении курса физики в старших классах средней школы учащиеся должны пройти заключительный, **девятый** этап — применение усвоенной структуры деятельности к решению задач по новым темам и разделам, свертывание сформированной у учащихся структуры деятельности в более обобщенную форму.

3.2. Содержание основных этапов формирования у учащихся умения решать задачи по физике

Широко распространенной ошибкой в обучении учащихся решению задач по физике является предложение учащимся на первом этапе сразу решить задачу. После чтения условия задачи учитель задает вопрос: "Кто решил задачу?" или "Как решить эту задачу?" При этом учащиеся не знакомятся со структурой учебной физической задачи, а без знания этой структуры невозможно овладение обобщенной структурой деятельности по решению данного вида задач.

Для формирования у учащихся умения решать задачи по физике необходимо не просто решать задачи, а использовать систему специальных заданий, направленных на усвоение учащимися операций и действий структуры деятельности по решению задач.

На *первом* этапе такие задания могут иметь следующий вид: приводится формулировка (текст) несложной задачи и предлагается выполнить сначала частично, а затем полностью операции I—1 и I—3. Сама задача при этом не решается. Это очень важно, так как в психологии установлено, что эффективно запоминаются и усваиваются лишь те операции и действия, которые являются непосредственной целью учебной деятельности субъекта. Если учащимся предлагается построить знаково—символическую модель задачи (например, записать данные задачи в краткой форме), то целью их деятельности будет построение этой модели, а не решение задачи. Поэтому они хорошо усвоят операцию построения этой модели. Если же они начнут решать саму задачу, то тем самым их целью станет уже нахождение способа решения и получение ответа задачи, а построение вспомогательной модели не будет восприниматься как цель, а поэтому и не будет твердо усвоено.

Задача 34. Велосипедист, двигаясь равномерно, проехал 9 км за 30 мин. Определить скорость велосипедиста.

Задание: выделить элементарное условие, объект задачи и его характеристики, требование задачи. Выполнить краткую запись задачи.

(Элементарное условие задачи — велосипедист движется равномерно; объект задачи — велосипедист, его характеристики — время движения и пройденный им путь; требование задачи — определить скорость велосипедиста).

Краткая запись задачи может иметь следующую форму:

равномерное прямолинейное движение велосипедиста

$t = 30 \text{ мин} = 1800 \text{ с}$

$S = 9 \text{ км} = 9000 \text{ м}$

$V = ?$

Задача 35. Тело сохраняет свой объем, но легко изменяет форму. В каком состоянии находится вещество, из которого состоит это тело?

Задание: выделить элементарные условия, объект и требование задачи. Выполнить краткую запись задачи.

(Элементарные условия задачи — объем тела не изменяется, форма тела изменяется; объект задачи — вещество, из которого состоит тело, требование задачи — определить агрегатное состояние вещества).

Краткая запись задачи:

тело	
$V = \text{const}$	
форма изменяется	
<hr/>	
Каково агрегатное состояние вещества — ?	

Цель первого этапа — усвоение учащимися умения анализировать структуру учебной физической задачи. В процессе изучения физики учащимся будут встречаться гораздо более сложные задачи, поэтому для усвоения операций I—1 и I—3 необходимо периодически возвращаться к ним на последующих этапах формирования умения решать задачи.

Второй этап обучения учащихся решению задач является начальным звеном в сложном процессе обучения учащихся умению решать задачи. В основе усвоения учащимися умения решать задачи лежит овладение ими конкретными способами и методами решения задач с широким привлечением знаний математики.

Второй этап обучения учащихся решению задач включает получение ответа на требование задачи. Это та операция, которую учащиеся пытаются сразу осуществить. Выполнение данной операции возможно только на основе выполнения операции ориентирования в воспринятой задаче. На данном этапе обучения учащихся умению решать физические задачи обязательно выполняются основные операции действия ознакомления с задачей.

На этом этапе предлагаются для решения задачи, в которых обнаруживается непосредственная связь между требованием и условием; теоретический материал (сущность явления, закон, физическая величина) только что изучен, находится в оперативной памяти, что позволяет сразу выделить формулу, а связь между требованием и условием задачи задана непосредственно.

Содержание деятельности по решению задач описывается в до-
полнение к вышеназванным операциями III—1 и III—3.

Например, при решении рассмотренной ранее задачи 34 уча-
щиеся осознают необходимость реализации алгебраического способа
решения задачи, сущность которого усвоена ими при изучении курса
математики. Уравнением, связывающим элементарные условия и
требование задачи, является уравнение равномерного прямоли-
нейного движения

$$v = \frac{s}{t}.$$

Это уравнение и является решением задачи в общем виде. Затем
необходимо подставить численные значения пути и времени и вы-
числить скорость велосипедиста.

На рассматриваемом этапе учащимся предъявляются простейшие
задачи, решение которых требует лишь умения воспринимать содер-
жание задачи (операции I—1, I—3) и осуществлять решение задачи
(операции III—1, III—3), причем форма предъявления задач должна
подсказывать учащимся способ их решения, а система уравнений или
суждений, необходимых для их решения, не должна быть громоздкой.

Приведем несколько примеров таких задач.

Задача 36. Может ли водитель автомобиля использовать инерцию
для экономии горючего?

Элементарное условие задачи — автомобиль движется по инер-
ций. Объект задачи — автомобиль. Требование задачи — выяснить
возможность экономии горючего при движении по инерции.

Задачную ситуацию можно закодировать следующим образом:

автомобиль движется по инерции
экономию горючего — ?

(Выполнены операции I—1, I—3).

Для решения задачи необходимо выполнить анализ физического
явления — движения по инерции (операция III—1). Исполнение ре-
шения задачи (операция III—3) состоит из умозаключения: дви-
жение по инерции — это движение без воздействия внешних сил;
автомобиль может двигаться по инерции с выключенным двигателем,
следовательно, движение автомобиля по инерции можно использовать
для экономии горючего.

Задача 37. По графику движения пешехода (рис. 10) определить время движения пешехода, его скорость и пройденное им расстояние.

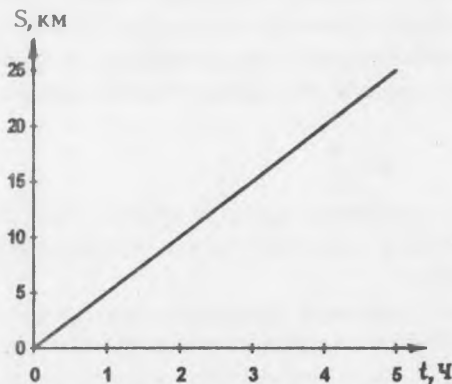


Рис. 10

Элементарное условие задачи — пешеход движется с постоянной скоростью. Объект задачи — пешеход. Требование задачи — определить скорость пешехода, пройденное им расстояние и время его движения.

Краткая запись задачи:

пешеход движется с постоянной скоростью
--

$t, V, S - ?$

(Выполнены операции I — 1, I — 3)

Очевидно, что для решения этой задачи необходимо использовать графический и алгебраический способы решения (операция III — 1).

Из графика определяем: $S = 25$ км, $t = 5$ ч.

Скорость пешехода

$$V = \frac{S}{t}$$

Преобразуем единицы измерения физических величин: $S = 25000$ м, $t = 18000$ с и выполним вычисление скорости:

$$V = \frac{25000 \text{ м}}{18000 \text{ с}} \approx 1,4 \frac{\text{м}}{\text{с}}. \quad (\text{Выполнена операция III — 3}).$$

Задача 38. Определить вес воды, находящейся в садовом баке объемом $2,5 \text{ м}^3$.

Элементарное условие задачи — вода занимает объем $2,5 \text{ м}^3$.
 Объект задачи — вода. Требование задачи — определить вес воды.
 (Выполнена операция I — 1).

Краткая запись задачи:

вода $V = 2,5 \text{ м}^3$

$P = ?$

(Выполнена операция I — 3).

Задачу необходимо решать алгебраическим способом (операция III — 1).

Вес воды

$$P = mg,$$

где $g = 9,8 \text{ Н/кг}$. Для определения массы воды используем формулу плотности

$$\rho = \frac{m}{V},$$

а плотность воды определим из таблицы ($\rho = 1000 \text{ кг/м}^3$).

Решим задачу в общем виде:

$$P = mg = \rho Vg.$$

Выполним вычисления: $P = 1000(\text{кг/м}^3) \times 2,5 \text{ м}^3 \times 9,8(\text{Н/кг}) = 24500 \text{ Н}$.
 (Выполнена операция III — 3).

Третий этап процесса обучения учащихся умению решать задачи по физике расширяет возможности второго этапа. Если основной задачей второго этапа является усвоение учащимися операций по восприятию задачи и обнаружению зависимости между требованием и условием задачи, то на третьем этапе учащиеся осознают необходимость разворачивания процесса решения задачи, когда непосредственно связь между требованием и условием задачи им не удастся увидеть. При этом учащиеся записывают основное уравнение, анализ которого позволяет составить систему уравнений, связывающую условие и требование задачи. Таким образом, на этом этапе уровень сложности операции III — 3 должен примерно соответствовать задаче 38.

Первые три этапа ставят основной целью обучение учащихся восприятию задачи, при этом задачи выступают средством формирования сущности знаний. Определение теоретических положений или закона, необходимых для решения, не вызывает у учащихся

затруднений, так как они только что были рассмотрены.

На этих этапах необходимо сообщить учащимся, что учебные задачи по физике являются идеальными моделями реальных ситуаций, так как в этих задачах не учитываются многие несущественные стороны явлений и характеристики объектов. Например, в задачах 25, 26, 36 не указаны: модель, цвет, пробег, год выпуска, колесная формула и многие другие характеристики автомобилей, а в задачах 34 и 37 не указаны рост, вес и другие характеристики людей. Следовательно, объектами учебных физических задач являются идеальные объекты. Учащиеся должны постепенно осваивать операцию идеализации содержания задачи (операция 1—2). Данная операция будет постоянно совершенствоваться, так как в процессе изучения физики учащиеся знакомятся с различными идеальными объектами (материальной точкой, идеальным газом, абсолютно твердым телом, математическим маятником, инерциальной системой отсчета, замкнутой системой тел и др.), а также идеальными явлениями и процессами (равномерным движением, равнопеременным движением, гармоническими колебаниями, изопроцессами газов, адиабатным процессом и т. д.).

К концу третьего этапа у учащихся должны быть сформированы по три операции (кроме операции контроля) реализующих действий структуры деятельности по решению учебных физических задач. Это позволяет им решать задачи по только что изученным темам. Данные операции могут быть сведены в систему, которая должна стать предметом целенаправленного усвоения учащимися. (На последующих этапах обучения эта система будет дополняться, разворачиваться и конкретизироваться).

На рассматриваемом этапе деятельность по решению учебных физических задач включает следующие операции:

1. Чтение задачи. Выделение элементарных условий и требования задачи. Установление объекта задачи.
2. Идеализация содержания задачи.
3. Краткая запись задачи, выполнение рисунка.
4. Определение способа решения задачи.
5. Выявление основного уравнения (суждения), описывающего объект задачи.
6. Определение соотношения между требованием и условием задачи и вычисление искомой величины (выделение содержания нового знания).

Приведенная система операций позволяет учащимся перейти от восприятия содержания задачи, характерного для первого этапа формирования умения решать задачи, к осуществлению решения задач.

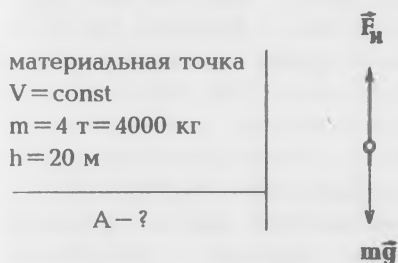
Приведем пример решения задачи на третьем этапе.

Задача 39. Какую работу совершает подъемный кран при подъеме бетонной плиты массой 4 т на высоту 20 м?

1. Элементарное условие задачи — кран поднимает бетонную плиту на высоту 20 м. Требование задачи — определить работу, совершенную подъемным краном. Объект задачи — плита, ее характеристика — масса 4 т.

2. Идеализация условия задачи — плиту рассматриваем как материальную точку; движение плиты считаем равномерным (задача является недоопределенной и без этого предположения она, строго говоря, не имеет решения).

3. Краткая запись задачи; выполнение рисунка:



4. Определение способа решения задачи — задача решается алгебраическим способом.

5. Выявление основного уравнения, описывающего объект задачи, — основным уравнением является формула механической работы $A = F \times S$.

6. Определение соотношения между требованием и условием задачи и вычисление искомой величины — работу совершает сила натяжения троса, которая по модулю равна силе тяжести; по направлению сила натяжения троса совпадает с направлением перемещения, причем в данном случае

$$S = h.$$

Таким образом, требование и условие задачи связаны соотношением

$$A = mgh.$$

$$A = 4000 \text{ кг} \times 9.8 (\text{Н/кг}) \times 20 \text{ м} = 784000 \text{ Дж}.$$

Завершение изучения курса физики восьмого класса совпадает с завершением **четвертого** этапа формирования у учащихся умения решать задачи по физике. На этом этапе вводятся операции контроля за действиями "Ознакомление с задачей" и "Осуществление решения задачи". Таким образом, завершается усвоение учащимися обоих реализующих действий. Первая из указанных выше операций контроля осуществляется путем воспроизведения задачи по ее краткой записи. При этом необходимо уделять внимание пониманию элементарных условий, объекта и требования задачи.

Наиболее часто используемым способом контроля за действием "Осуществление решения задачи" является выполнение операции проверки правильности решения задачи в общем виде путем выполнения операции с единицами измерения физических величин. В дальнейшем усвоение этой операции явится основой для усвоения применения теории размерностей как самостоятельного способа решения некоторого класса задач. Если прежде при решении задач значения физических величин подставлялись в формулы вместе с наименованиями их единиц измерения, то теперь идет процесс разделения этой операции на две самостоятельные. При этом учащиеся усваивают реальность выполнения математических действий как с цифрами и буквенной символикой, так и с наименованиями единиц измерения физических величин. После разделения операции вычисления на две части операция с наименованиями единиц измерения физических величин выполняется ранее операции с численными значениями физических величин и выполняет функцию проверки (контроля) правильности соотношения между требуемым и условиями задачи, полученного при решении задачи в общем виде.

На данном, четвертом этапе деятельность по решению учебных физических задач может содержать следующие операции:

1. Чтение задачи. Выделение элементарных условий и требования задачи. Установление объекта и предмета задачи.
2. Идеализация содержания задачи.
3. Краткая запись задачи, выполнение рисунка.
4. Воспроизведение содержания задачи по ее краткой записи.
5. Определение способа решения задачи.
6. Выявление основного уравнения (суждения), описывающего объект задачи.
7. Определение соотношения между требованием и условием задачи.

8. Проверка правильности полученного соотношения между требованием и условием задачи.

9. Выполнение вычислений.

Рассмотрим пример решения задачи на четвертом этапе формирования у учащихся умения решать задачи по физике.

Задача 40. За какое время закипит 0,5 л воды, взятой при температуре 20 °С, если в качестве нагревательного прибора используется кипятильник с сопротивлением нагревательного элемента 150 Ом, работающий при напряжении 220 В?

1. Элементарные условия задачи: необходимо нагреть воду до кипения; для нагревания воды используется кипятильник. Объекты задачи: вода (ее характеристики — температура 20 и 100 °С, объем 0,5 л), кипятильник (его характеристики — сопротивление обмотки 150 Ом и рабочее напряжение 220 В). Требование задачи — определить время, за которое закипит вода.

2. Идеализация содержания задачи — будем считать, что вся энергия, выделяемая нагревателем, расходуется на нагревание воды.

3. Краткая запись задачи:

вода, электрический

кипятильник

$V = 0,5 \text{ л} = 0,5 \times 10^{-3} \text{ м}^3$

$t = 20 \text{ °С}$

$t = 100 \text{ °С}$

$R = 150 \text{ Ом}$

$U = 220 \text{ В}$

$t = ?$

4. Воспроизведение содержания задачи по ее краткой записи: с помощью кипятильника сопротивлением 150 Ом, работающего под напряжением 220 В, необходимо нагреть 0,5 л воды от 20 до 100 °С. Какое время понадобится для этого?

5. Определение способа решения задачи — задача решается алгебраическим способом.

6. Выявление основного уравнения, описывающего объект задачи: согласно закону Джоуля — Ленца $Q = I^2 R t$.

7. Определение соотношения между требованием и условием за —

дачи: силу тока можно определить по закону Ома для участка цепи:

$$I = \frac{U}{R}.$$

Количество теплоты, выделенной кипятильником, равно количеству теплоты, полученной водой (с учетом проведенной ранее идеализации содержания задачи):

$$Q = Q_B,$$

а последнюю величину можно определить из уравнения

$$Q_B = C_B m(t_2 - t_1).$$

Удельная теплоемкость воды $C_B = 4190 \text{ Дж/(кг} \times ^\circ\text{C)}$, а массу воды можно определить из формулы плотности:

$$\rho = \frac{m}{V}.$$

Плотность воды $\rho = 1000 \text{ кг/м}^3$.

Решая полученную систему уравнений относительно искомой величины, получим решение задачи в общем виде:

$$t = \frac{Q}{I^2 R} = \frac{Q_B}{\frac{U^2}{R^2} \times R} = \frac{Q_B R}{U^2} = \frac{C_B m(t_2 - t_1) R}{U^2} = \frac{C_B \rho V(t_2 - t_1) R}{U^2}.$$

8. Проверка правильности полученного соотношения между требованием и условиями задачи:

$$[t] = \frac{\frac{\text{Дж}}{\text{кг} \times ^\circ\text{C}} \times \frac{\text{кг}}{\text{м}^3} \times \text{м}^3 (^\circ\text{C} - ^\circ\text{C}) \times \text{Ом}}{\text{В}^2} = \frac{\text{Дж} \times \text{Ом}}{\text{В}^2} = \frac{\text{Кл} \times \text{В} \times \text{Ом}}{\text{В}^2} = \frac{\text{Кл} \times \text{Ом}}{\text{В}} = \frac{\text{Кл}}{\text{А}} = \frac{\text{А} \times \text{с}}{\text{А}} = \text{с}.$$

9. Выполнение вычислений:

$$t = \frac{4190 \times 100 \times 0,5 \times 10^{-3} (100 - 20) \times 150}{220^2} = \frac{4190 \times 0,5 \times 8 \times 15}{22^2} = 519 \text{ (с)} = 8 \text{ мин } 39 \text{ с}.$$

Пятый этап формирования у учащихся умения решать задачи по физике включает усвоение такого важного действия, как проверка результата решения. Данное действие не просто еще один элемент деятельности по решению задач, он имеет принципиальное значение для овладения любой деятельностью, для формирования у учащихся особого отношения к выполняемой деятельности: обязательного контроля, перерастающего в самоконтроль, оценивающий качество вы-

полняемой деятельности. Операция контроля входит во все действия структуры деятельности по решению задач.

В процессе решения задач в курсе физики 9-го класса усваиваются основные операции действия по проверке полученного результата: уточнение содержания полученного результата, его физическая интерпретация и осуществление проверки результата на достоверность, реальность, соответствие.

Сущность первой из рассматриваемых операций — физический анализ полученного результата, в процессе которого углубляются знания учащихся. Так, например, при выполнении данной операции для задачи 39 необходимо выяснить, что полученный результат (работа, совершенная подъемным краном) равен изменению потенциальной энергии плиты; если считать, что на поверхности Земли потенциальная энергия равна нулю, то число 784000 Дж соответствует потенциальной энергии этой плиты, поднятой на высоту 20 м.

Сущность второй из рассматриваемых операций заключается в сравнении полученного результата с численными значениями характеристик реальных объектов, процессов, явлений. Так, полученное значение скорости велосипедиста заключено в пределах возможных значений скорости велосипеда (как характеристики велосипеда). Во многих физических задачах осуществляются расчеты величин, которые являются постоянными величинами определенного процесса, свойства вещества (плотность вещества, удельная теплоемкость, удельная теплота сгорания топлива, удельная теплота плавления, удельная теплота парообразования, удельное электрическое сопротивление, температура плавления и др.).

Содержание требования задачи определяет методы проверки полученного результата решения. При определении значений различных физических величин необходимо сравнивать полученные значения с табличными. При определении параметров машин, механизмов целесообразно обратиться к учебной и справочной литературе. Полученные характеристики различных приборов целесообразно сравнивать с их паспортными данными.

Например, масса перевозимого груза не может быть 20 т и более для автомобиля, рассмотренного в задаче 25; ускорение автомобиля не может равняться 10 м/с (задача 26), так как ускорения порядка нескольких g возможны лишь в авиации; скорость пешехода лежит в пределах 4–5 км/ч (задача 37); температура воды при нагревании не может подняться выше 100 °С, а льда — выше 0 °С (при нормальных

условиях); сопротивление обмотки электродвигателя не может быть отрицательным и т. д.

Итак, на пятом этапе к записанным выше девяти операциям деятельности по решению учебных физических задач добавляются две реализующие операции четвертого действия.

10. Уточнение содержания полученного результата, его физическая интерпретация.

11. Осуществление проверки полученного результата на достоверность, реальность, соответствие.

Шестой этап формирования у учащихся умения решать задачи по физике характеризуется тем, что на нем учащиеся усваивают действие по составлению плана решения задачи через выполнение реализующих операций. Содержание операции ориентирования заключается в первоначальном описании ситуации задачи через выявление соответствующего раздела курса физики, конкретной физической теории, закона. На основе соотнесения содержания задачи и имеющихся знаний для решения конкретной задачи выделяется рациональный подход к ее решению.

Любая деятельность предполагает преобразование предмета деятельности. Решение учебных задач обеспечивает получение решения заданной ситуации. Для того чтобы преобразовать предмет, его необходимо воспринять. Восприятие предмета задачи осуществляется на различных уровнях: ближайшее восприятие — восприятие содержания задачи и отдаленное восприятие — актуализация знаний, частью которых является заданная ситуация. Если вторым действием деятельности по решению задач является составление плана решения задачи, то оно возможно лишь при умении ученика осуществлять деятельность по-разному, когда он может выполнить несколько вариантов решения одной и той же задачи.

При обучении конкретному виду деятельности необходимо предварительно научить учащихся различным способам выполнения данной деятельности, а затем обучать планированию деятельности. Следовательно, при обучении учащихся умению решать задачи по физике учитель должен сначала учить учащихся выполнению конкретных действий. Это соответствует решению несложных задач, задающих непосредственную связь между требованием и условием задачи и допускающих небольшое количество преобразований.

На данном этапе идет усвоение учащимися одной из составляющих деятельности по решению задач — составления плана ре-

шения задач. Выполнение данного действия на этом этапе осуществляется двумя операциями: ориентированием в содержании воспринятой задачи и исполнением составления плана определенным способом.

То есть на данном этапе формируются операции, реализующие действие составления плана решения задачи.

К концу шестого этапа формируется близкая к завершению структура деятельности по решению учебных физических задач (табл. 4).

Данная структура отличается от полностью сформированной структуры (табл. 2) отсутствием управляющих операций в управляющих действиях. Эти операции формируются на последующих этапах.

Покажем в развернутом виде решение задачи на данном этапе.

Задача 41. Какова сила трения, действующая на брусок массой $0,5 \text{ кг}$ (рис. 11), с каким ускорением движутся тела и какова сила натяжения нити, если высота наклонной плоскости 60 см , ее длина 1 м , масса груза $0,5 \text{ кг}$, а коэффициент трения скольжения $0,25$?

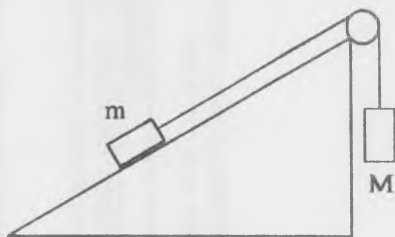


Рис. 11

Элементарные условия задачи:

движутся два тела, связанные нитью, перекинутой через блок; одно из тел движется по наклонной плоскости высотой 60 см и длиной 1 м ; коэффициент трения скольжения бруска о поверхность наклонной плоскости $0,25$.

Объекты элементарных условий: тело массой $0,5 \text{ кг}$, движущееся по наклонной плоскости, и тело массой $0,5 \text{ кг}$, падающее вертикально вниз.

Требования задачи: определить силу трения, действующую на первое тело, ускорение тел и силу натяжения нити.

Идеализация условия задачи: тела будем считать материальными точками, а их движение — равноускоренным.

Структура деятельности по решению учебных физических задач, сформированная на 6-м этапе

Действия	Операции	Содержание операций
Ознакомление с задачами	Ориентирование	Чтение задачи, выделение элементарных условий и требований, установление объектов элементарных условий и отношений между ними
	Планирование	Идеализация содержания задачи
	Исполнение	Кодирование задачной ситуации (построение знаково-символической модели задачи)
	Контроль	Воспроизведение содержания задачи по ее модели
Составление плана решения задачи	Ориентирование	Выявление предмета задачи, раздела, темы, системы знаний, которые объясняют явление, рассматриваемое в задаче
	Исполнение	Определение рационального метода решения задачи

Действия	Операции	Содержание операций
Осуществление решения задачи	Ориентирование Планирование Исполнение Контроль	Выявление способа решения задачи Актуализация и запись основного уравнения (суждения), определение его достаточности для получения соглашения между условием и требованием задачи Составление системы уравнений, решение системы уравнений; выявление причинно-следственных связей; построение умозаключения с целью получения соотношения между условием и требованием задачи; вычисления Проверка полученного соотношения между условием и требованием задачи
Проверка полученного результата и его анализ	Ориентирование Исполнение	Уточнение содержания полученного результата, его физическая интерпретация Осуществление проверки результата на достоверность, реальность, соответствие

Краткая запись содержания задачи:

равноускоренное движение связанных тел

$$m = 0,5 \text{ кг}$$

$$M = 0,5 \text{ кг}$$

$$h = 60 \text{ см} = 0,6 \text{ м}$$

$$l = 1 \text{ м}$$

$$\mu = 0,25$$

$$F_{\text{тр}}, a, F_{\text{н}} - ?$$

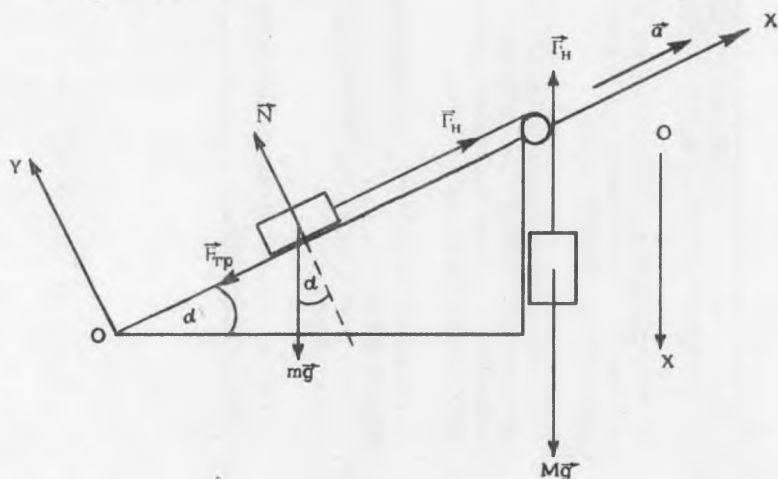


Рис. 12

Действие ознакомления с задачей завершается операцией контроля. Для выполнения этой операции учитель предлагает воспроизвести содержание задачи по его краткой записи.

Предметом задачи является равноускоренное движение системы двух тел, на которую действует несколько сил.

Выполнить требование задачи можно на основе применения законов динамики. Рациональным методом решения задачи является рассмотрение движения каждого из объектов (тел) по отдельности.

Основным способом решения данной задачи является алгебраический.

Чтобы записать основное уравнение (для каждого из тел), обозначим направления всех сил, действующих на оба тела, направления векторов ускорений и выберем направления осей OX и OY так, чтобы большинство векторов, показанных на рис. 12, были параллельны или перпендикулярны этим осям координат.

Запишем основное уравнение для тела, скользящего по наклонной плоскости:

$$\vec{F}_H + \vec{N} + m\vec{g} + \vec{F}_{TP} = m\vec{a},$$

и для тела, падающего вертикально:

$$M\vec{g} + \vec{F}_H = M\vec{a}.$$

Запишем эти уравнения в проекциях на оси OX и OY . Учтя, что

$$F_{Hx} = F_H; \quad F_{Hx} = -F_{TP}; \quad a_x = a; \quad N = N_y; \quad a_y = 0,$$

получим систему уравнений:

$$F_H - mgsin\alpha - F_{TP} = ma, \quad (1)$$

$$N - mgcos\alpha = 0, \quad (2)$$

$$Mg - F_H = Ma. \quad (3)$$

В данной системе уравнений 6 неизвестных величин: F_H , F_{TP} , a , N , $\sin\alpha$, $\cos\alpha$, поэтому для ее решения необходимо добавить еще 3 уравнения. Первым из них является формула силы трения

$$F_{TP} = \mu N, \quad (4)$$

а для записи остальных воспользуемся формулами тригонометрии:

$$\sin\alpha = \frac{h}{l}; \quad (5)$$

$$\cos\alpha = \sqrt{1 - \sin^2\alpha} = \sqrt{1 - \frac{h^2}{l^2}} = \frac{\sqrt{l^2 - h^2}}{l}. \quad (6)$$

Решим полученную систему уравнений относительно искомых величин. Из (2), (4), (6) получим формулу для вычисления силы трения:

$$F_{TP} = \mu N = \mu mg \cos\alpha = \frac{\mu mg \sqrt{l^2 - h^2}}{l}.$$

Сложив левые и правые части уравнений (1) и (3), получим формулу:

$$Mg - mgsin\alpha - F_{TP} = Ma + ma,$$

откуда с учетом (5) выведем формулу для определения ускорения:

$$a = \frac{Mg - mg \frac{h}{l} - F_{TP}}{M + m}.$$

Формулу для вычисления силы натяжения получим из (3):

$$F_H = Mg - Ma = M(g - a).$$

Проверим полученные соотношения между требованием и условием задачи путем выполнения проверки единиц измерения искомых величин:

$$[F_{TP}] = \text{кг} \times \frac{\text{м}}{\text{с}^2} = \text{Н},$$

$$[a] = \frac{\text{кг} \times \frac{\text{м}}{\text{с}^2} - \text{кг} \times \frac{\text{м}}{\text{с}^2} \times \frac{\text{м}}{\text{м}} - \text{Н}}{\text{кг} + \text{кг}} = \frac{\text{Н} - \text{Н} - \text{Н}}{\text{кг}} = \frac{\text{кг} \times \text{м}}{\text{с}^2 \times \text{кг}} = \frac{\text{м}}{\text{с}^2},$$

$$[F_H] = \text{кг} \left(\frac{\text{м}}{\text{с}^2} - \frac{\text{м}}{\text{с}^2} \right) = \frac{\text{кг} \times \text{м}}{\text{с}^2} = \text{Н}.$$

Выполним вычисления искомых величин:

$$F_{TP} = \frac{0,25 \times 0,5 \times 9,8 \sqrt{1 - 0,36}}{1} = 1,225 \times 0,8 = 0,98 \text{ (Н)},$$

$$a = \frac{0,5 \times 9,8 - 0,5 \times 9,8 \times \frac{0,6}{1} - 0,98}{0,5 + 0,5} = \frac{4,9 - 2,94 - 0,98}{1} = 0,98 \left(\frac{\text{м}}{\text{с}^2} \right),$$

$$F_H = 0,5 \times (9,8 - 0,98) = 4,41 \text{ (Н)}.$$

Уточнение содержания полученного результата можно сделать следующим образом: представим систему двух тел как одно тело массой $m+M$, движущееся вверх по наклонной плоскости. На это тело в направлении оси ОХ будут действовать сила трения F_{TP} , составляющая силы тяжести бруса

$$mgsin\alpha = mg \frac{h}{l},$$

и сила тяжести груза Mg .

Ускорение такого тела согласно второму закону Ньютона

$$a = \frac{Mg - mg \frac{h}{l} - F_{TP}}{M + m}.$$

В данном случае силы натяжения являются внутренними силами, а внутренние силы не могут вызвать появление ускорения системы тел.

Проверка правильности проведенных расчетов в данном случае осуществляется путем оценки величины, сравнения найденных величин с известными величинами. Так, значение силы трения должно быть меньше силы тяжести груза

$$(F_{\text{тр}} < mg, \quad 0,98 \text{ Н} < 0,5 \text{ кг} \times 9,8 \text{ м/с}^2);$$

сила натяжения при равноускоренном движении тела вниз также должна быть меньше силы тяжести

$$(F_{\text{н}} < Mg, \quad 4,41 \text{ Н} < 0,5 \text{ кг} \times 9,8 \text{ м/с}^2);$$

ускорение должно быть меньше g , так как груз падает несвободно ($a < g$; $0,98 \text{ м/с}^2 < 9,8 \text{ м/с}^2$).

Полученные формулы, связывающие требование и условия задачи, можно проверить и на соответствие. Для этого рассмотрим предельные случаи. Например, если движение происходит на горизонтальной поверхности, то $h=0$ и из формулы для вычисления силы трения получим формулу

$$F_{\text{тр}} = \mu mg,$$

которая действительно является формулой силы трения, действующей на тело, перемещающееся по наклонной плоскости.

Допустим, что $a=0$, тогда уравнение силы натяжения примет вид $F_{\text{н}} = Mg$.

Действительно, если $F_{\text{н}} = Mg$, то согласно первому закону Ньютона тело M будет двигаться равномерно и прямолинейно. Можно использовать и другие варианты проверки результата на соответствие.

Проверка результата решения задачи на достоверность, реальность, соответствие позволяет углубить понимание учащимися сущности физических явлений и законов, является одним из средств борьбы с формализмом знаний, развивает мышление учащихся.

Седьмой этап. На данном этапе происходит усвоение учащимися операции планирования управляющих действий (составление плана решения задачи; проверка полученного результата и его анализ). Эти два действия имеют принципиальное значение для понимания деятельности, для выделения особенностей человеческой деятельности и для осуществления управления процессом формирования у учащихся умения решать задачи. Через планирование и контроль за деятельностью раскрывается сущность процесса управления. Следовательно, выделение данных действий в структуре деятельности по решению задач и в деятельности учителя по формированию их содержания у учащихся обеспечит управление деятельностью учащихся. Усвоение

умения учащимися предполагает овладение ими структурой деятельности. Деятельность человека будет сознательной лишь в том случае, если он знает содержание действий и операций структуры деятельности и умеет их выполнять. Овладение конкретной структурой деятельности обеспечивает сформированность самоуправления деятельностью, включающей действия составления плана деятельности и проверки полученного результата деятельности.

На седьмом этапе учащиеся усваивают операции планирования управляющих действий: выявление возможных путей разрешения требования задачи и выбор метода проверки полученного результата (операции II – 2 и IV – 2 в табл. 3).

Восьмой этап обеспечивает завершение процесса усвоения учащимися умения решать задачи по физике за счет осознания операции контроля за управляющими действиями, сущность которой определяется умением оценивать целесообразность того или иного метода решения, обнаруживать другие способы решения задачи. Данные операции (II – 4 и IV – 4) наряду с операциями планирования раскрывают содержание управляющей деятельности человека на примере управления (самоуправления) деятельностью по решению учебной задачи.

Учащиеся на данном этапе усваивают циклическую структуру деятельности по решению учебных физических задач (табл. 3).

На **девятом** этапе (10–11–е классы) происходит дальнейшее усвоение содержания отдельных операций и структуры деятельности в целом путем обеспечения переноса обобщенного умения, сформированного в процессе решения задач по определенным темам, на процесс решения задач по другим темам и разделам курса физики, на решение комплексных задач, на решение задач во время обобщенного повторения школьного курса физики.

Проведенное теоретическое исследование структуры процесса формирования у учащихся умения решать задачи по физике и использование метода экспертной оценки для выявления частоты появления различных совокупностей действий деятельности по решению учебных физических задач позволили выделить уровни сформированности у учащихся умения решать учебные физические задачи.

Первый уровень соответствует усвоению учащимися умения решать задачи через неполное выполнение действий ознакомления с задачей и осуществление решения задачи такими операциями, как ориентирование и исполнение (табл. 5).

**Уровни сформированности у учащихся
умения решать учебные физические задачи**

Уровень сформированности умения решать задачи	Этапы фор- миро- вания умения	Сформированные операции структуры деятельности по решению задач
<i>Первый.</i> Усвоение основных операций реализующих дей- ствий	1 2	I – 1, 3 I – 1, 3; III – 1, 3
<i>Второй.</i> Полное или почти полное усвоение реализующих действий	3 4 5	I – 1, 2, 3; III – 1, 2, 3 I – 1, 2, 3, 4; III – 1, 2, 3, 4 I – 1, 2, 3, 4; III – 1, 2, 3, 4;
<i>Третий.</i> Полное усвоение реализующих действий и ос- новных операций управляющих действий	6	IV – 1, 3 I – 1, 2, 3, 4; II – 1, 3; III – 1, 2, 3, 4; IV – 1, 3
<i>Четвертый.</i> Полное или почти полное усвоение деятельности по решению учебных физических задач	7 8 9	I – 1, 2, 3, 4; II – 1, 2, 3; III – 1, 2, 3, 4; IV – 1, 2, 3 I – 1, 2, 3, 4; II – 1, 2, 3, 4; III – 1, 2, 3, 4; IV – 1, 2, 3, 4 I – 1, 2, 3, 4; II – 1, 2, 3, 4; III – 1, 2, 3, 4; IV – 1, 2, 3, 4

Второй уровень обеспечивает полное или почти полное выпол-
нение реализующих действий и выполнение основного содержания
действия проверки полученного результата.

Третий уровень обеспечивает полное усвоение реализующих
действий и основных операций управляющих действий структуры
деятельности по решению учебных физических задач.

Четвертый уровень достигается при усвоении всей структуры
деятельности по решению учебных физических задач.

Проведенный морфологический анализ известных в методике
преподавания физики структур деятельности по решению задач по –
казывает, что большинство авторов (46,7 %) задают требование к
умению решать задачи по физике, соответствующее первому уровню,
33,3 % – второму уровню и лишь 13,3 % – третьему уровню. Это

является одной из основных причин несформированности у учащихся умения решать задачи по физике.

3.3. Система учебных заданий по составлению задач

Во многих психологических исследованиях установлено, что самостоятельное составление учащимися физических задач даже в большей мере, чем решение задач, способствует осознанию ими сущности, структуры и особенностей физических задач, механизмов их решения. Конечно, составление учащимися физических задач способствует не только формированию у них знаний и умений в решении задач, но и в осуществлении у них многих других учебных функций. Здесь мы рассмотрим значение такого вида учебных заданий только для обучения учащихся решению учебных физических задач.

Приступая к составлению физической задачи, учащиеся должны знать основание для ее составления. Поэтому учебное задание на составление задачи должно иметь указания, какой должна быть эта задача, или что она должна содержать, или какими свойствами должна она обладать, или другие указания (основания) для составления задачи.

Под объемом основания для составления учебной физической задачи мы будем понимать число задач, которое можно составить по этому основанию. Например, по основанию "Составить задачу по теме "Теплота" можно составить неограниченное множество различных задач, а по основанию "Составить задачу на определение ускорения тела при равноускоренном движении" можно составить значительно меньше задач. Поэтому первое основание более широкое, чем второе. Очевидно, что чем больше объем основания для составления учебной физической задачи, тем больше свободы для учащихся и, следовательно, больше фантазии, творчества требуется от них для выполнения данного задания.

Сложность задания по составлению учебных физических задач зависит не только от объема основания, но также от характера и особенностей данного основания.

Для того чтобы учащиеся смогли, используя данное им основание, выполнить задание по составлению физических задач, причем выполнить его самостоятельно и сознательно, они должны иметь хоро —

шие знания о задачах, их сущности и особенностях, механизмах решения. В то же время самостоятельное составление учащимися физических задач эффективно способствует усвоению учащимися теории учебных физических задач. Так как знание теории задач является важнейшим условием овладения учащимися методами решения готовых учебных физических задач, то, следовательно, самостоятельное составление ими физических задач является необходимым и очень важным условием формирования у учащихся умения решать учебные физические задачи. Таким образом, изучение теории учебных физических задач, решение готовых задач и составление задач по физике взаимосвязанны и взаимообусловлены.

Деятельность по составлению учебных физических задач достаточно сложна, она состоит из ряда действий и операций; поэтому, прежде чем предлагать учащимся самостоятельно составить по данному основанию физические задачи, учитель должен проанализировать деятельность по выполнению данного задания, установить, владеют ли учащиеся всеми действиями, которые необходимо выполнить при составлении задачи. Если какими-то действиями учащиеся еще не владеют, то необходимо разработать систему подготавливающих учебных заданий для формирования умения выполнять эти действия.

В отличие от решения готовых задач, которые, как правило, имеют единственный ответ, задания на составление задач имеют много разнообразных ответов. Как правило, разные учащиеся составляют различные задачи по одному и тому же основанию. Поэтому необходимо после выполнения каждого задания на составление физической задачи проводить фронтальное обсуждение составленных задач. При этом надо всячески поощрять творчество, инициативу, оригинальность, проявленные при составлении задач, но не наказывать за неудачи, а лишь указывать на них, для того чтобы учащиеся приобрели необходимый опыт в этой сложной деятельности.

Особым видом учебных заданий на составление задач являются задания по преобразованию готовых задач, например: изменение числовых данных, дополнение какими-то новыми условиями, составление задач, аналогичных данной или обратных данной, переформулировка задачи на другой язык и т. д.

Учебные задания по составлению задач могут использоваться на различных этапах формирования у учащихся умения решать учеб-

ные физические задачи и должны представлять собой целостную систему. Приведем примеры таких учебных заданий.

Первый этап. Задания этого этапа направлены на усвоение учащимися операции I—1 обобщенной структуры деятельности по решению учебных физических задач (табл. 2, 3).

Задание 1. Составьте задачу на механическое движение, одним из элементарных условий которой является следующее: "Пешеход идет со скоростью 4 км/ч".

Задание 2. Составьте задачу на механическое движение с элементарными условиями: "Скорость автомобиля 72 км/ч", "Время движения автомобиля 30 мин".

Задание 3. Составьте задачу на механическое движение, требованием которой является: "Определить время движения велосипедиста между двумя пунктами".

Задание 4. Составьте задачу на механическое движение с требованием: "Определить скорость теплохода".

Задание 5. Составьте задачу на механическое движение, объектом которой является самолет.

Приведенные выше задания отличаются объемом основания. Очевидно, что минимальным является объем основания для задания 2 (по этому основанию можно составить только одну задачу на определение пройденного расстояния). Максимальным является основание для задания 5 (по этому основанию можно составить задачи с требованиями определить скорость самолета, расстояние между аэропортами, время полета. Так как в элементарных условиях можно задавать различные численные значения скорости, пути и времени, то, очевидно, что объем рассматриваемого основания равен сотням задач).

Для освоения учащимися операции I—1 можно использовать и задания по преобразованию готовых задач. Примерами таких заданий являются задания 6, 7.

Задание 6. Составьте задачу, аналогичную задаче №... (указать № задачи из сборника задач или учебника), заменив характеристики объекта задачи.

Задание 7. Составьте задачу, аналогичную задаче №... (указать № задачи из сборника задач или учебника), изменив элементарное условие задачи.

Выполнение учащимися заданий, аналогичных заданиям 1—7, способствует закреплению знаний теории учебных задач и форми-

рованию умения выделять элементарные условия и требования задачи, устанавливать объекты задачи и их характеристики.

Для усвоения учащимися операции I–3 можно использовать задания, аналогичные заданиям 8–10.

Задание 8. Сформулируйте задачу по ее краткой записи:

два тела
$t_1 = 10$ с
$S_1 = 200$ м
$t_2 = 20$ с
$S_2 = 600$ м

$\Delta V = ?$

Задание 9. Сформулируйте задачу по рис. 6.

Задание 10. Сформулируйте задачу по графику, изображенному на рис. 14.



Рис. 13

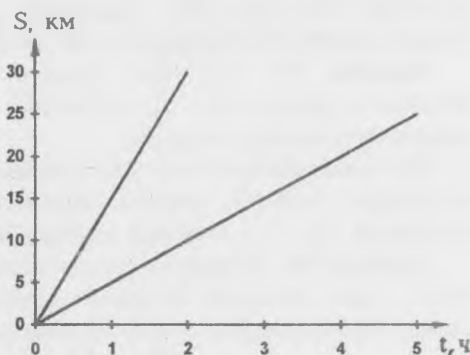


Рис. 14

Второй этап. Для усвоения учащимися операций III–1 и III–3 можно использовать задания на составление задач, аналогичные заданиям 11–15.

Задание 11. Составьте задачу на механическое движение, решение которой осуществлялось бы графическим способом.

Задание 12. Составьте задачу на сложение сил. Задача должна решаться графическим способом.

Задание 13. Составьте задачу на определение массы тела по плотности его вещества. Задача должна решаться алгебраическим способом.

Задание 14. Составьте задачу, для решения которой необходимо использовать формулу плотности вещества.

Задание 15. Составьте задачу, для решения которой необходимо составить систему уравнений, состоящую из формул силы тяжести и плотности вещества.

На *третьем* этапе происходит усвоение учащимися операций I—2 и III—2, поэтому на этом этапе можно использовать учебные задания, аналогичные заданиям 16—19.

Задание 16. Составьте задачу на механическое движение авто—мобиля, в которой его можно рассматривать как материальную точку.

Задание 17. Составьте задачу на расчет количества теплоты, необходимого для плавления свинца, в которой можно было бы пренебречь потерей части теплоты, выделяемой нагревателем.

Задание 18. Составьте задачу по теме "Количество теплоты. Удельная теплоемкость". Основным уравнением при решении этой задачи должна быть формула для расчета теплоты сгорания топлива.

Задание 19. Составьте задачу по теме "Механическая энергия". Основным уравнением при решении этой задачи должна быть формула кинетической энергии.

На *четвертом* этапе для усвоения операции I—4 можно использовать учебные задания, аналогичные заданию 8, а для усвоения операции III—4 — учебные задания, аналогичные заданиям 20—21.

Задание 20. Составьте такую задачу по теме "Работа и мощность тока", при решении которой проверка полученного соотношения между требованием и условием задачи имела бы вид

$$[t] = \frac{A_{\text{ж}}}{A \times V} = \frac{K_{\text{л}} \times V}{A \times V} = \frac{K_{\text{л}}}{A} = \frac{A \times c}{A} = c.$$

Задание 21. Составьте задание на закон Джоуля—Ленца. Проверка полученного при решении этой задачи соотношения между ее требованием и условием должна иметь вид

$$[R] = \frac{A_{\text{ж}}}{A^2 \times c} = \frac{K_{\text{л}} \times V}{A^2 \times c} = \frac{A \times c \times V}{A^2 \times c} = \frac{V}{A} = \text{Ом}.$$

Очевидно, что выполнение учебных заданий на составление задач, аналогичных заданиям 20 и 21, формирует у учащихся умение использовать теорию единиц измерения физических величин для "конструирования" формул, описывающих физические явления.

4. РЕШЕНИЕ ЗАДАЧ С МЕЖПРЕДМЕТНЫМ СОДЕРЖАНИЕМ КАК СРЕДСТВО РЕАЛИЗАЦИИ МЕЖПРЕДМЕТНЫХ СВЯЗЕЙ В ОБУЧЕНИИ

4.1. Значение межпредметных связей в обучении

Одна из важнейших задач школы — формирование мировоззрения учащихся. Разносторонние взаимосвязи таких наук, как физика, химия, биология, создают условия для формирования у учащихся научной картины мира, понимания единства материи и форм ее движения.

Школьные дисциплины естественно — научного цикла, являясь основами физических, химических, биологических наук, должны отражать в своем содержании объективные связи явлений природы. Каждая дисциплина в какой — то мере обеспечивает это отражение, даже если ее преподавание идет обособленно от других дисциплин. Если же естественно — научные дисциплины координируются межпредметными связями, то объективно действующие связи природы выявляются отчетливее, раскрываются всесторонне и обеспечивают учащимся возможность познания диалектики природы.

Основные дидактические функции межпредметных связей в обучении следующие: координирующая (согласование по содержанию и времени изучения информации, получаемой учащимися на занятиях по разным учебным дисциплинам), формирующая (формирование научных понятий, законов, теорий, интеллектуальных и практических умений и навыков), системообразующая (образование системы естественно — научных знаний, научной картины мира).

Эффективность применения межпредметных связей в обучении зависит от выбора способов и средств их осуществления в учебном процессе. Реализация межпредметных связей не предполагает открытия новых методов и средств обучения, однако использование межпредметных связей в процессе обучения раскрывает их новые возможности, выявляет сходство и специфику применения методов в

различных учебных дисциплинах, способствует более четкому осознанию учащимися возможности переноса знаний и умений с одной учебной дисциплины на другие. Одним из аспектов решения проблемы межпредметных связей в обучении являются нахождение средств реализации межпредметных связей и разработка методики их применения.

Анализ состояния проблемы реализации межпредметных связей с позиции психологической теории деятельности показывает, что эффективное использование межпредметных связей в процессе обучения невозможно без включения самих учащихся в деятельность по осуществлению межпредметных связей.

Одним из видов учебной деятельности является решение задач. Для формирования у учащихся умения устанавливать межпредметные связи необходимо использовать задачи межпредметного содержания.

4.2. Задачи межпредметного содержания и их функции в обучении

Задачи межпредметного содержания — это задачи, содержание и процесс решения которых интегрируют структурные элементы знаний, изучаемые на занятиях по различным учебным дисциплинам.

Функции задач межпредметного содержания в целом совпадают с функциями учебных физических задач (1.2). Следует отметить, что решение задач межпредметного содержания особенно эффективно для формирования естественно — научных понятий, умения самостоятельно устанавливать связи между системами знаний разных естественно — научных дисциплин, а также для формирования общих умений и способностей (развития теоретического мышления, усвоения учащимися общих методов познания явлений природы).

Решение задач межпредметного содержания имеет также специфическую и очень важную функцию — образование системы естественно — научных знаний.

Важнейшим структурным элементом знаний являются понятия. Решение задач межпредметного содержания способствует формированию системы естественно — научных понятий. При решении задач выделяются существенные признаки понятий, выявляется сущность понятий и на этой основе происходят обобщение и конкретизация понятий.

Решение задач межпредметного содержания позволяет выявить связи между понятиями: учащиеся выясняют, какие явления и процессы описываются в задаче, как они связаны между собой, какие признаки понятий изучались в курсах физики, химии, зоологии, географии и других дисциплин. Учащиеся привыкают рассматривать явления природы с позиций разных предметов. Решение задач межпредметного содержания помогает бороться с "расщеплением" понятий в сознании учащихся. Так, например, понятие "давление" расщепляется на самостоятельные понятия: давление (физика), корневое давление (ботаника), атмосферное давление (география).

Дидактические возможности задач межпредметного содержания определяются такими факторами, как: содержание задач, специальная методика решения таких задач, рациональное их применение (по месту и времени) в учебном процессе, организация различных самостоятельных работ.

Выше отмечалось, что функции решения задач межпредметного содержания в основном совпадают с функциями решения чисто физических задач, однако наличие в содержании задач дополнительной информации, выходящей за границы предмета физики, повышает познавательный интерес учащихся. Такие задачи желательно использовать для создания проблемных ситуаций.

Задача 42. Какой цвет увидит человек, находящийся под водой, если на поверхность воды падает красный свет?

Постановка такой проблемы повышает интерес учащихся к изучению явления преломления света. Для решения данной проблемы необходимо знать:

- 1) какой характеристикой (частотой или длиной волны) определяется цвет видимого света;
- 2) какое явление происходит на границе раздела двух сред при переходе света из одной среды в другую;
- 3) второй закон преломления;
- 4) физический смысл относительного показателя преломления;
- 5) формулу, связывающую скорость распространения волны с ее длиной и частотой;
- 6) какая величина (длина волны или частота колебаний) изменяется при изменении скорости распространения волны.

Решение задач межпредметного содержания способствует формированию прочных знаний учащихся и их умений применять знания, так как в этом случае осуществляется один из главных дидак-

тических принципов обучения — принцип связи теории с практикой. Решая такие задачи, учащиеся осознают практическую ценность физики, убеждаются в том, что знание физических законов позволяет решать практические задачи.

Приведем несколько примеров задач, которые можно использовать для иллюстрации и показа практического применения изученных физических законов.

Задача 43. Можно ли стрелять из пистолета на дне океана?

Задача 44. Изменяется ли подъемная сила аэростата с увеличением высоты его подъема? Объем оболочки аэростата и температуру воздуха считать постоянными.

Задача 45. Разность уровней воды по обе стороны плотины ГЭС составляет 120 м. Какова потенциальная энергия одного кубического метра воды, находящейся у поверхности водохранилища?

Задача 46. Какую мощность развил человек массой 60 кг, вскочивший на возвышение высотой 1 м за 1 с?

Задача 47. Почему в бурю ель вырывается вместе с корнем, а у сосны чаще ломается ствол?

Задача 48. Почему человек при подъеме в горах испытывает кислородное голодание, хотя процентное содержание кислорода в воздухе практически не зависит от высоты над уровнем моря?

Задача 49. Человек случайно коснулся руками оголенных проводов, напряжение между которыми 220 В. Определить силу тока, текущего по телу человека, если кожа сухая (сопротивление 100 кОм) и влажная (сопротивление 1500 Ом). Почему напряжение электрических цепей, установленных в подвальных помещениях, не должно превышать 36 В?

Задача 50. Какое насекомое: муха, шмель или комар — чаще машет крыльями?

Задача 51. Какова скорость света в хрусталике глаза человека, если показатель преломления хрусталика 1,41?

Место задач межпредметного содержания в системе учебных физических задач показано в табл. 1.

Учитывая функции задач межпредметного содержания, можно провести классификацию задач данного вида по их дидактической роли (см. табл. 6).

Классификация задач межпредметного содержания

Основание для классификации	Вид задач
Роль задач в формировании основных структурных элементов знаний	Задачи, направленные на усвоение научных фактов Задачи, направленные на формирование научных понятий Задачи, направленные на усвоение законов природы Задачи, направленные на использование научных теорий при объяснении явлений и процессов
Роль задач в образовании системы естественно – научных знаний	Задачи, способствующие образованию ассоциаций восприятия Задачи, способствующие образованию ассоциаций представлений Задачи, способствующие образованию ассоциаций суждений и умозаключений
Роль задач в развитии мышления	Задачи, направленные на развитие обобщенного мышления Задачи, направленные на развитие причинно – следственного мышления

Приведенные выше задачи 42, 43, 44, 45, 46, 51 направлены на формирование научных понятий, задачи 42, 43, 49 – на усвоение законов, задачи 43, 47, 50 способствуют образованию ассоциаций представлений, задачи 42, 48, 49 способствуют образованию ассоциаций умозаключений, задача 49 направлена на развитие обобщенного мышления, а задачи 42, 43, 44, 48, 50 – на развитие причинно – следственного мышления.

4.3. Уровни сформированности умения решать задачи межпредметного содержания

Использование задач межпредметного содержания как средства реализации межпредметных связей в обучении требует разработки методики обучения учащихся решению задач этого вида. Разработать такую методику можно на основе обобщенной структуры деятельности по решению задач и знания уровней сформированности умения решать задачи межпредметного содержания. Используя в качестве критериев умение устанавливать межпредметные связи при изучении естественно – научных понятий и умение применять систему естественно – научных знаний при решении задач, можно выделить четыре уровня сформированности умения решать задачи межпредметного содержания (табл. 7).

Таблица 7

Уровни сформированности умения
решать задачи межпредметного содержания

Уровень сформированности умения решать задачи межпредметного содержания	Содержание умения устанавливать межпредметные связи при изучении естественно – научных понятий	Содержание умения применять систему естественно – научных знаний при решении задач
<i>Первый</i>	Учащиеся осознают, что изучение данного понятия требует использования знаний, полученных на занятиях по другим учебным дисциплинам, но не могут определить на занятиях, по каким дисциплинам изучалось данное понятие	Учащиеся отличают задачи межпредметного содержания от задач других видов, но не могут определить, с какой учебной дисциплиной необходимо устанавливать связь

Уровень сформированности умения решать задачи межпредметного содержания	Содержание умения устанавливать межпредметные связи при изучении естественно – научных понятий	Содержание умения применять систему естественно – научных знаний при решении задач
<i>Второй</i>	Учащиеся могут определить, в каких дисциплинах, кроме физики, изучалось данное понятие, но не могут установить логическую связь между знаниями, полученными на занятиях по различным дисциплинам	Учащиеся могут определить, с какой дисциплиной устанавливается связь в задачах, но не могут установить, какие знания из этой дисциплины необходимы для решения задачи
<i>Третий</i>	Учащиеся знают содержание понятия при изучении его в различных дисциплинах, но не могут использовать знания одной дисциплины при изучении данного понятия в других дисциплинах	Учащиеся могут установить, какие знания из смежных дисциплин необходимы для решения задачи, но не могут применять их
<i>Четвертый</i>	Учащиеся могут устанавливать взаимосвязь между явлениями и процессами, изучаемыми на занятиях по различным дисциплинам	Учащиеся могут правильно применять систему знаний, полученных на занятиях по дисциплинам естественно – научного цикла при решении задач

Для формирования умения решать задачи межпредметного содержания необходимо предъявлять учащимся задачи, соответствующие их уровню сформированности данного умения.

Задача 52. Моллюск – каракатица при угрозе выбрасывает темно – синюю замутненную жидкость. Почему. пространство, заполненное этой жидкостью, через некоторое время вновь становится прозрачным?

В задаче описывается явление диффузии. Связь между физикой и биологией выражена в готовом виде. Решение этой задачи не требует

привлечения биологических знаний. Задачи такого типа несут лишь информационную функцию в процессе формирования умения ус — танавливать межпредметные связи в обучении и могут быть использо — ваны при формировании лишь первого уровня данного умения. К задачам такого типа относятся задачи 45, 46, 51.

Анализ содержания задач 42, 49, то есть установление связей между явлениями, описанными в задаче, требует знания смежных дисциплин. В процессе актуализации знаний образуются ассоциации представлений (см. табл. 6). Задачи такого типа выполняют восстано — вительную функцию при установлении связей в системе естествен — но — научных знаний и могут быть использованы для формирования второго и третьего уровней умения решать задачи межпредметного содержания.

В задачах, аналогичных задачам 42, 43, 47, 48, 50, связь между естественно — научными понятиями выражается через требование задачи. При решении таких задач ассоциации образуются в процессе размышления и являются ассоциациями суждений и умозаключений (см. табл. 6). Такие ассоциации наиболее устойчивы, поэтому задачи такого типа могут быть использованы для формирования четвертого уровня умения решать задачи межпредметного содержания.

5. МЕТОДИКА ФОРМИРОВАНИЯ У УЧАЩИХСЯ УМЕНИЯ РЕШАТЬ ЗАДАЧИ МЕЖПРЕДМЕТНОГО СОДЕРЖАНИЯ

5.1. Структура деятельности по решению задач межпредметного содержания

Так как задачи межпредметного содержания являются одним из видов учебных физических задач (см. табл. 1), то, очевидно, что структура деятельности по решению задач этого вида может быть разработана на основе структуры деятельности по решению учебных физических задач (см. табл. 2).

Анализ данной структуры и специфики решения задач межпред — метного содержания показывает, что необходимо дополнить опе — рации I — 1, II — 1, III — 3, IV — 3. С учетом этих дополнений структура

деятельности по решению задач межпредметного содержания имеет вид, показанный в табл. 8.

Специфика задач межпредметного содержания состоит в том, что объект задачи и его характеристики могут изучаться в разных дисциплинах. Следовательно, при решении задач данного вида необходимо привлекать знания соответствующих предметов. Суть операции II-2 — создание физической модели задачи, т. е. выделение физической стороны задачи, но выделение одной из сторон задачи невозможно без понимания остальных ее сторон. Поэтому при выполнении операции I-1 необходимо выявить учебные дисциплины, на занятиях по которым изучался объект задачи межпредметного содержания.

Если межпредметное содержание задачи имеет лишь информационную функцию (4.3), то выполнение остальных операций структуры деятельности по решению задач не отличается от выполнения соответствующих операций при решении идеальных физических задач.

В иных случаях решение задач межпредметного содержания требует знаний различных естественных дисциплин. Привлечение таких знаний необходимо при выполнении операции II-1: явления (или некоторые из явлений), описываемые в задаче, изучаются в курсах биологии, химии, географии и т. д.

Выявленные при выполнении операции II-1 разделы или темы естественных предметов позволяют учащимся актуализировать знания, полученные на занятиях по соответствующим учебным дисциплинам, и использовать их при выполнении операции III-3 (при составлении системы уравнений, выявлении причинно-следственных связей, построении умозаключений).

Знания, полученные при изучении дисциплин естественно-научного цикла, помогают выполнить оценку полученного при решении задачи ответа на достоверность и реальность, т. е. эти знания используются при выполнении операции IV-3.

Структура деятельности по решению задач межпредметного содержания

Действия	Операции	Содержание операций
Ознакомление с задачами	Ориентирование	Чтение задачи, выделение элементарных условий и требований, установление объектов элементарных условий и отношений между ними, определение учебной дисциплины, на занятиях по которой изучался данный объект
	Планирование	Идеализация содержания задачи
	Исполнение	Кодирование задачной ситуации
	Контроль	Воспроизведение содержания задачи по ее модели
Составление плана решения задачи	Ориентирование	Выявление предмета задачи, раздела, темы, системы знаний (физики и других учебных дисциплин естественно – научного цикла), которые объясняют явление, рассматриваемое в задаче
	Планирование	Выявление возможных путей разрешения требований задачи
	Исполнение	Определение рационального метода решения задачи
	Контроль	Проверка целесообразности решения задачи выбранными средствами

Действия	Операции	Содержание операций
Осуществление решения задачи	Ориентирование	Выделение способа решения задачи
	Планирование	Актуализация и запись основного уравнения (суждения), определение его достаточности для получения соглашения между условием и требованием задачи
	Исполнение	Составление системы уравнений, решение системы уравнений; выявление причинно-следственных связей; построение умозаключения с применением знаний различных естественных наук с целью получения соотношения между условием и требованием задачи; вычисления
	Контроль	Проверка полученного соотношения между условием и требованием задачи
Проверка полученного результата и его анализ	Ориентирование	Уточнение содержания полученного результата, его физическая интерпретация
	Планирование	Выбор метода проверки результата в зависимости от его содержания
	Исполнение	Осуществление проверки результата на достоверность, реальность, соответствие с использованием знаний различных естественных наук
	Контроль	Исследование условий, при которых задача имеет решение, нахождение других решений при различных допущениях, определение возможности получения результата другими способами, выявление наиболее рационального способа решения

5.2. Основные этапы формирования у учащихся умения решать задачи межпредметного содержания

Формирование у учащихся умения решать задачи межпредметного содержания происходит в рамках формирования умения решать учебные физические задачи, поэтому формирование частного умения можно проводить с использованием этапов, разработанных для формирования обобщенного умения (см. табл. 3).

Выполнение операции 1—1 для задач межпредметного содержания можно формировать на третьем этапе после завершения формирования данной операции для физических задач и при формировании умения выполнять операцию 1—2 (идеализация содержания задачи). На данном этапе можно использовать лишь такие задачи межпредметного содержания, решение которых не требует привлечения иных знаний, кроме полученных в курсе физики.

Задача 53. Масса слона в тридцать раз меньше массы кита, масса морской черепахи в сотни раз превышает массу сухопутных черепах. Почему морские животные могут иметь массу, значительно превышающую массу сухопутных животных?

Задача 54. Определить мощность, развиваемую лошадью массой 500 кг при прыжке на высоту 1 м, если время прыжка 0,5 с.

Решение задач, аналогичных задачам 53, 54, помогает формировать умение выполнять операцию идеализации содержания задачи; т. е. создавать физическую модель задачи. Кроме того, решение таких задач необходимо как начальный этап формирования умения решать задачи межпредметного содержания.

На **четвертом** этапе формирования умения решать учебные физические задачи необходимо предъявлять для решения учащимся задачи межпредметного содержания, в которых описываются явления, изученные на недавно прошедших занятиях по дисциплинам естественно-научного цикла. Решение таких задач, с одной стороны, не требует от учащихся выявления системы знаний, а с другой стороны, позволяет им выявлять причинно-следственные связи и строить умозаключения с применением знаний, полученных на занятиях по различным учебным дисциплинам. Приведем примеры таких задач.

Задача 55. Определить количество теплоты, необходимое для нагревания 5 молей кислорода на 20 К при постоянном давлении.

Задача 56. Одинакова ли потребность в питьевой воде стриженного и неостриженного верблюда?

Задача 57. Какие агрегатные превращения происходят с веществом, выбрасываемым при извержении вулканов?

Задача 58. Почему человек после купания мерзнет? Определить изменение энергии тела человека, на котором после выхода из водоема осталось 200 г воды.

На *шестом* этапе формирования у учащихся умения решать задачи начинается формирование умения выполнять операцию ориентирования действия составления плана решения задачи. На этом этапе учащиеся должны выявлять предмет задачи (явление или процесс) и раздел, тему, физическую теорию, в которых рассматривается данный предмет задачи.

На *седьмом* этапе можно продолжить формирование умения выполнять данную операцию, используя задачи межпредметного содержания, для решения которых необходимо использовать знания, полученные на занятиях по различным дисциплинам в предшествующие периоды обучения. Решение таких задач требует от учащихся выявления системы знаний, полученных на занятиях по различным дисциплинам естественно — научного цикла.

Использование таких задач позволяет также продолжить формирование умения выполнять операцию IV—3, начатое на пятом этапе. Учащиеся для проверки полученного при решении задачи результата на реальность и достоверность должны использовать знания, полученные на занятиях не только по физике, но и по другим учебным дисциплинам. Приведем примеры таких задач.

Задача 59. Определить линейную скорость тела, находящегося на поверхности Земли на широте 60° .

Задача 60. С какой скоростью человек должен был бы бежать по поверхности океана, чтобы удержаться на ней?

Задача 61. Человек массой 60 кг прыгает с высоты 1 м на пол. Определить силу, действующую на стопу человека во время удара об пол, если он прогибается на 1 мм. Выдержит ли такой удар большая берцовая кость, выдерживающая вертикальную нагрузку 15,6 кН? Как можно уменьшить силу удара?

Рассмотрим пример решения задачи межпредметного содержания.

Задача 62. Каков объем 100 г аммиака при нормальных условиях?

Элементарное условие задачи — газ находится при нормальных условиях. Объект элементарного условия — аммиак массой 100 г.

Требование задачи — определить объем аммиака.

Аммиак изучался на уроках химии.

Идеализация условия задачи — аммиак будем рассматривать как идеальный газ.

Краткая запись содержания задачи:

аммиак нормальные условия $m = 100 \text{ г} = 0.1 \text{ кг}$
--

$V = ?$

Воспроизведение содержания задачи по ее краткой записи — имеется аммиак при нормальных условиях. Масса газа 0,1 кг. Каков его объем?

Предметом задачи является состояние идеального газа. Идеальный газ рассматривается при изучении темы "Основы молекулярно-кинетической теории", а также при изучении темы "Первоначальные химические понятия" в курсе химии. В этом курсе описывается и аммиак (при изучении азота).

Выполнить требование задачи можно на основе применения уравнения Менделеева — Клапейрона.

Задача решается алгебраическим способом.

Уравнение Менделеева — Клапейрона:

$$pV = \frac{m}{\mu} RT.$$

Для определения объема аммиака необходимо знать его давление, температуру, молярную массу и универсальную газовую постоянную.

Универсальная газовая постоянная $R = 8,31 \text{ Дж}/(\text{моль} \times \text{К})$. Из курса химии известно, что нормальные условия соответствуют давлению $1,01 \times 10^5 \text{ Па}$ и температуре 273 К . Так как химическая формула аммиака NH_3 , то с помощью периодической системы элементов определим его молярную массу: $\mu = 0,017 \text{ кг}/\text{моль}$.

Из уравнения Менделеева — Клапейрона получим

$$V = \frac{mRT}{p\mu}.$$

Проверим единицу измерения искомой величины:

$$[V] = \frac{\frac{\text{кг}}{\text{моль}} \times \frac{\text{Дж}}{\text{моль}} \times \text{К}}{\text{Па}} = \frac{\text{Дж}}{\text{Па}} = \frac{\text{Н} \times \text{м}}{\frac{\text{Н}}{\text{м}^2}} = \text{м}^3.$$

Выполним вычисления:

$$V = \frac{0,1 \times 8,31 \times 273}{0,017 \times 1,01 \times 10^5} = 0,133 \text{ м}^3.$$

Таким образом, 100 г аммиака при нормальных условиях занимают объем $0,133 \text{ м}^3$, т. е. 133 л.

Проверить реальность полученного результата можно, определив плотность аммиака и сравнив полученное значение с плотностью другого газа при нормальных условиях. Второй способ проверки результата данной задачи на реальность заключается в использовании химического понятия "моль".

Первый способ.

Плотность аммиака в рассматриваемой задаче:

$$\rho = \frac{m}{V} = \frac{0,1}{0,133} = 0,75 \frac{\text{кг}}{\text{м}^3}.$$

Плотность воздуха при нормальных условиях $1,29 \text{ кг/м}^3$. Плотность аммиака должна быть меньше плотности воздуха, так как молярная масса воздуха больше ($\mu_{\text{возд}} = 0,029 \text{ кг/моль}$). Следовательно, полученный ответ является реальным.

Второй способ.

Моль любого газа при нормальных условиях занимает объем 22,4 л. Так как масса одного моля аммиака 0,017 кг, а объектом задачи является 0,1 кг аммиака, то можно составить пропорцию:

$$\begin{array}{l} 0,017 \text{ кг} - 22,4 \text{ л} \\ 0,1 \text{ кг} - X \text{ л}, \end{array}$$

отсюда $X = \frac{0,1 \times 22,4}{0,017} = 132 \text{ л}$, что соответствует полученному при решении задачи результату.

Второй способ проверки результата решения задачи на реальность может быть использован как один из способов решения задачи.

5.3. Особенности деятельности учителя по реализации межпредметных связей с использованием задач межпредметного содержания

Важным условием реализации межпредметных связей в обучении является тесный контакт в работе учителей естественно — научных дисциплин, постоянное их общение, которые могут быть организованы в рамках методических объединений в форме обсуждения особенностей преподавания учебного материала или регулярного обмена мнениями о содержании и методике изучения смежного материала, об особенностях раскрытия содержания и уточнения объема понятий, изучаемых в дисциплинах естественно — научного цикла.

Деятельность учителя по реализации межпредметных связей с использованием задач межпредметного содержания содержит две структурные части: теоретическую и практическую. Теоретическая часть предполагает овладение учителем теоретическими основами использования межпредметных связей в практике обучения. Практическая часть представляет собой деятельность учителя по реализации межпредметных связей в преподавании дисциплин естественно — научного цикла.

В процессе деятельности учитель должен решить ряд дидактических задач. Укажем основные из них.

1. Определить дисциплины, с которыми существует связь при изучении определенной темы курса физики.
2. Определить содержание материала из выделенных смежных дисциплин.
3. Сформировать у учащихся умение устанавливать межпредметные связи.
4. Подобрать задачи для реализации межпредметных связей.
5. Сформировать у учащихся умение решать задачи межпредметного содержания.

Овладение учителем теоретической частью деятельности предполагает знание:

функций межпредметных связей в процессе изучения дисциплин естественно — научного цикла;

учебных программ по смежным дисциплинам;

содержания и объема научных понятий из различных дисциплин;

содержания сборников задач по смежным дисциплинам;

особенностей методики решения задач межпредметного содержания и методики обучения учащихся решению таких задач;

уровней сформированности умения решать задачи межпредметного содержания и уровней установления учащимися межпредметных связей.

Систематизация межпредметных связей по их дидактической функции приведена в 4.1. Разумеется, это не единственный способ классификации. В частности, систематизировать межпредметные связи можно по временному и информационному основаниям.

По временному признаку в процессе обучения выделяют предшествующие, сопутствующие и перспективные межпредметные связи.

К предшествующим относят связи, определяемые учебной информацией нескольких дисциплин, проявляющиеся в ограниченные последовательные периоды учебного года (четверти и полугодия).

Сопутствующие связи определяются учебной информацией различных дисциплин, изучаемых в одни и те же периоды учебного времени (четверти, полугодия).

Перспективные связи определяются учебной информацией различных дисциплин, изучаемых с более или менее длительными интервалами (два, три и более года).

Учитель должен уметь:

анализировать существующие сборники задач с точки зрения выделения в них межпредметных связей;

определять уровень умения каждого учащегося устанавливать межпредметные связи;

определять уровень умения каждого учащегося решать задачи межпредметного содержания;

составлять задачи межпредметного содержания.

Учитель должен научить учащихся:

решать задачи межпредметного содержания (научить учащихся отличать задачи межпредметного содержания от других видов учебных задач, сформировать у учащихся структуру деятельности по решению задач межпредметного содержания);

самостоятельно устанавливать межпредметные связи (видеть взаимосвязь между явлениями природы, описанными в задаче; применять свои знания, полученные при изучении различных дисциплин, для решения конкретной задачи);

самостоятельно составлять задачи межпредметного содержания.

Обучение учащихся умению решать задачи межпредметного содержания имеет свои особенности. Эти особенности обусловлены выделением новых операций в структуре деятельности по решению задач: "определение знаний физики и других учебных дисциплин, необходимых для решения задачи" и "установление причинно - следственных связей между явлениями природы".

При изучении конкретных тем курса физики можно выделить основные функции задач межпредметного содержания:

уточнение содержания понятий;

расширение объема понятий;

конкретизация понятий;

использование знаний по физике для объяснения явлений природы, изучаемых в других дисциплинах.

В табл. 9 показаны основные межпредметные связи физики с другими учебными дисциплинами. В таблице отражены предшествующие, сопутствующие и перспективные связи системы физических понятий и законов с учебным материалом географии, биологии, химии, астрономии.

Использование материала данной таблицы позволит учителю совершенствовать работу по формированию понятий, так как анализ родственных понятий, используемых в различных дисциплинах, позволяет не только расширить объем понятия, но и выделить его существенные стороны, конкретизировав, таким образом, содержание понятия.

Материал табл. 9 можно использовать и при изучении физических законов, в частности, для конкретизации областей применения физических законов.

Наконец, в таблице приведены примеры задач межпредметного содержания, которые можно непосредственно использовать на занятиях по физике.

Примеры реализации межпредметных связей в обучении

Тема курса физики	Понятия и законы, используемые при изучении темы	Учебные дисциплины и структурные элементы знаний, при изучении которых возникают межпредметные связи:			Задачи межпредметного содержания
		предшествующие	сопутствующи	перспективны	
Давление твердых тел, жидкостей и газов	Давление Атмосферное давление Закон Паскаля Давление в жидкостях и газах Архимедова сила	Физическая география Атмосферное давление Зависимость атмосферного давления от высоты над уровнем моря, опыт Торичелли и устройство барометра Влияние изменения атмосферного давления на образование бриза Биология Корневое давление	География материалов океанов Зависимость атмосферного давления от высоты Зависимость количества и режима осадков от размещения поясов низкого и высокого давления Причины образования поясов давления (неравномерная освещенность земной поверхности и вращение Земли вокруг оси)	Физическая география Влияние атмосферного давления на образование циклонов и антициклонов Биология Легочный и тканевый газообмен Работа плавающего рыба Кровяное давление Химия Влияние давления на равновесие реакции	Что происходит с плавающим пузырем глубоководных рыб при быстром подъеме их с большой глубины? Почему взрыв снаряда или гранаты под водой губителен для обитающих в воде организмов? Почему кит, оказавшись на мели, погибает? Какая сила давления действует на тело человека на поверхности Земли, если площадь поверхности его тела $1,6 \text{ м}^2$? Днем или ночью парусным судам легче входить в гавань?

Тема курса физики	Понятия и законы, используемые при изучении темы	Учебные дисциплины и структурные элементы знаний, при изучении которых возникают межпредметные связи:			Задачи межпредметного содержания
		предшествующие	сопутствующую —	перспективные	
Тепловые явления (тепловое движение, теплопередача, плавление и отвердевание — явления, связанные с изменением агрегатного состояния вещества, извержение вулкана)	Количество теплоты Удельная теплоемкость Удельная теплота плавления Удельная теплота парообразования	Физическая география Влияние болотной теплоемкости воды на климат Круговорот воды в природе Воды в природе (связь с процессами испарения и конденсации)	Физическая география Распределение температуры и влажности Влажность воздуха Радиация, испарение Опасные явления (засухи, туманы, заморозки, гололед, испаряемость, коэффициент увлажнения)	Биология Защитная функция покрова тела птиц и млекопитающих, роль подкожного жира у водных млекопитающих Роль кожи человека в терморегуляции Химия Горение переломки, нагревание по мере затвердевания?	Почему летом вода у поверхности водоема теплее, чем у дна? Каковы изменения агрегатного состояния вещества, извержение вулкана? Почему во время весеннего ледохода у реки холоднее, чем вдали от нее? Какое физическое явление лежит в основе метода местного обезболевания путем замораживания хлористым этилом? Почему гипс, наложенный на место перелома кости, нагревается по мере затвердевания?
Давление и плавление	Давление Плотность Плавление	Физическая география Влияние болотной теплоемкости воды на климат Круговорот воды в природе Воды в природе (связь с процессами испарения и конденсации)	Физическая география Распределение температуры и влажности Влажность воздуха Радиация, испарение Опасные явления (засухи, туманы, заморозки, гололед, испаряемость, коэффициент увлажнения)	Биология Защитная функция покрова тела птиц и млекопитающих, роль подкожного жира у водных млекопитающих Роль кожи человека в терморегуляции Химия Горение переломки, нагревание по мере затвердевания?	Почему летом вода у поверхности водоема теплее, чем у дна? Каковы изменения агрегатного состояния вещества, извержение вулкана? Почему во время весеннего ледохода у реки холоднее, чем вдали от нее? Какое физическое явление лежит в основе метода местного обезболевания путем замораживания хлористым этилом? Почему гипс, наложенный на место перелома кости, нагревается по мере затвердевания?

Тема курса физики	Понятия и законы, используемые при изучении темы	Учебные дисциплины и структурные элементы знаний, при изучении которых возникают межпредметные связи:			Задачи межпредметного содержания
		предшествующую — щие	сопутствующую — щие	перспектив — ные	
Тепловые явления (теплопроводность, движение, теплопередача, плавление и отвердевание, деформация, испарение и конденсация)	Количество теплоты Удельная теплоемкость Удельная теплота плавления Удельная теплота парообразования	Физическая география России Ледники. Снежный покров. Многолетняя мерзлота Соленость морских вод Ледовый режим и деятельность навигации	Химия Фракционная перегонка нефти Тепловой эффект реакции Астрономия Физическая обусловленность важнейших особенностей тел Солнечной системы Эволюция Вселенной	Какое количество теплоты необходимо для очистки перегонкой 2 л воды, взятой при температуре 20 °С? При сгорании 1 моль этилена (C ₂ H ₄) выделяется 1400 кДж теплоты. Какую массу стали, взятой при температуре 0 °С, можно расплавить, если использовать всю теплоту, полученную при сгорании 1 кг этилена?	

Тема курса физики	Понятия и законы, используемые при изучении темы	предшествующие — щие	сопутствующую — щие	перспектив — ные	Задачи межпредметного содержания
Законы сохранения	Импульс тела Механическая работа Кинетическая и потенциальная энергия Закон сохранения импульса и механической энергии	Человеческие Человек и различные виды энергии Биология Движение кальмара, осьминога, каракатицы Экономическая география Электроэнергетика. Типы электростанций и принципы их размещения	Биология Общая характеристика обмена веществ и энергии Взаимосвязь пластического и энергетического обменов. Расход энергии организмом	Биология Круговорот веществ и превращение энергии в биосфере Энергетический обмен в клетке. Фотосинтез Химия Законы сохранения и превращения энергии при химических реакциях	Какую работу совершил велосипедист, проехавший 100 км за 3 часа, если он развивал среднюю мощность 400 Вт? Какую работу совершил штангист, толкнувший штангу массой 200 кг на высоту 2,2 м? Кальмар массой 300 г движется со скоростью 2 м/с. С какой скоростью он начнет двигаться после выбрасывания 100 г воды со скоростью 20 м/с? За счет плотности ГЭС создана разность уровней воды 80 м. Определите мощность ГЭС, если расход воды 2000 м ³ /с, а КПД станции 0,75

Тема курса физики	Понятия и законы, используемые при изучении темы	Учебные дисциплины и структурные элементы знаний, при изучении которых возникают межпредметные связи:			Задачи межпредметного содержания
		предшествующие	сопутствующие	перспективные	
Основы молекулярно-кинетической теории	Температура, давление, влажность воздуха Основное уравнение молекулярно-кинетической теории	Химия Количество вещества Моль – единица количества вещества Число Авогадро. Молярная масса. Относительная молярная масса Кристаллическая решетка Производство и применение химических веществ в технике Биология Дыхание растений, животных и человека. Дыхательные движения	Человек и здоровье. Оптимизация дыхания	Астрономия Звездная плазма. Межзвездный газ	Объясните действие медицинского шприца при наборе лекарства Объясните принцип действия автоклава Почему человек при подъеме в горы испытывает недостаток кислорода? Какую полезную массу может поднять аэростат массой 1 т, если его оболочка объемом 1200 м ³ заполнена гелием при нормальных условиях? Определите плотность аммиака NH ₃ при температуре 37 °С и давлении 200 кПа Какой объем займет пар при нормальных условиях, если испарить 1 л воды? Какую массу воздуха при нормальных условиях вдыхает человек за час, если емкость его легких 4 л, а частота дыхания 20 вдохов в минуту?

Тема курса физики	Понятия и законы, используемые при изучении темы	Учебные дисциплины и структурные элементы знаний, при изучении которых возникают межпредметные связи:			Задачи межпредметного содержания
		предшествующие	сопутствующи- е	перспектив- ные	
Электрический ток в различных средах	Сила тока, сопротивление Закон электролиза	Химия Разложение воды электрическим током Электролиты и неэлектролиты Электролиты – Электродиссоциация. Электрохимические процессы Электролиз Особенности строения металлов. Металлическая связь Характерные физические и химические свойства металлов	Химия Гидролиз сахарозы, крахмала и глюкозы	Химия Гидролиз белков. Положения металлов в периодической системе химических элементов Д.И. Менделеева, особенности электронного строения атомов Электрохимические процессы получения металлов	Удельное электрическое сопротивление крови $1,7 \text{ Ом} \times \text{м}$, а сухой кожи – $10000 \text{ МОм} \times \text{м}$. Ток какой силы потечет по кровеносному сосуду длиной 1 м и внутренним диаметром 2 мм , если к нему приложено напряжение 36 В ? Сопротивление между крайними точками тела человека при сухой коже 100 кОм . Ток какой силы потечет по коже при напряжении между указанными точками 220 В ? Определить длительность электролиза расплава йодида натрия NaI , если на катоде выделилось 500 г Na при силе тока 1 А

Тема курса физики	Понятия и законы, используемые при изучении темы	Учебные дисциплины и структурные элементы знаний, при изучении которых возникают межпредметные связи:			Задачи межпредметного содержания
		предшествующие	сопутствующий	перспективные	
Электрический ток в различных средах	Сила тока, сопротивление, Закон электролиза	Биология Электрический орган некоторых видов рыб Первая мощность при электричестве Экономическая география Типы электростанций и принципы их размещения			Какая энергия необходима для получения 1 т цинка электролизом водного раствора хлорида цинка, если напряжение между электродами ванны 5 В? Какой объем водорода при нормальных условиях получится при разложении воды электролизом, если КПД установки 80 %, затраченная энергия 1 МДж, а напряжение между электродами 5 В? За счет каких сил ионы лежат в карбонатных веществах проникают вглубь тканей организма человека при электрофорезе?

Тема курса физики	Понятия и законы, используемые при изучении темы	Учебные дисциплины и структурные элементы знаний, при изучении которых возникают межпредметные связи:			Задачи межпредметного содержания
		предшествующие	сопутствующи- е	перспектив- ные	
Атом и атомное ядро.	Дефект массы ядра, энергия связи ядра, энергетический выход ядерной реакции Постулаты Бора Закон радиоактивного распада	Химия Молекулы и атомы, знаки химических элементов, относительная атомная масса Химические реакции Закон Авогадро Периодический закон и периодическая система химических элементов Состав атомных ядер. Изотопы	Биология Мутационное воздействие радиоактивных излучений Биосфера в период научно-технического прогресса и здоровые чело- века Человекозна- ние Человек и физические загрязнители сре- ды Мутагены и канцерогены		В чем сущность метода меченых атомов, используемого в медицине? Почему для защиты от нейтронного излучения используются графит, вода, полиэтилен, а не свинец? Период полураспада изотопа кобальт-60 5,3 года, а изотопа уран-238 — 4,5 миллиарда лет. Какой из этих элементов при лечении злокачественных опухолей? Почему? Ядро атома хлора, относительная атомная масса которого 35, содержит 18 нейтронов. Каков порядковый номер хлора в периодической системе элементов?

Тема курса физики	Понятия и законы, используемые при изучении темы	Учебные дисциплины и структурные элементы знаний, при изучении которых возникают межпредметные связи:			Задачи межпредметного содержания
		предшествующие	сопутствующую	перспективные	
Атом и атомное ядро	Дефект массы ядра, энергия связи ядра, энергетика ядерной реакции Постулаты Бора Закон радиоактивного распада	Химия Строение атомов элементов подгрупп кислорода, азота, углерода, металлов Тепловой эффект реакции Биология Радиоизотопный метод измерения интервалов времени Экономическая и социальная география мира Загрязнение окружающей среды и экологические проблемы человечества	Химия Строение электронных оболочек атомов элементов малых и больших периодов; s-, p-, d- электроны Астрономия Источники энергии звезда		В кардиостимуляторах используются атомные источники питания, срок службы которых 10 лет. Изотопы Na-24, Ca-45, Co-60, C-14 имеют периоды полураспада соответственно 15 часов, 152 суток, 5,3 года, 5568 лет. Какой из этих изотопов может применяться в источниках питания кардиостимуляторов?

ГЛАВА III. МЕТОДИКА ОБУЧЕНИЯ УЧАЩИХСЯ РЕШЕНИЮ ЗАДАЧ С ПРОИЗВОДСТВЕННО – ТЕХНИЧЕСКИМ СОДЕРЖАНИЕМ

6. РЕШЕНИЕ ЗАДАЧ С ПРОИЗВОДСТВЕННО – ТЕХНИЧЕСКИМ СОДЕРЖАНИЕМ КАК СРЕДСТВО РЕАЛИЗАЦИИ ПОЛИТЕХНИЧЕСКОГО ОБУЧЕНИЯ

6.1. Задачи с производственно – техническим содержанием и их функции в обучении

Физика является одной из фундаментальных наук; исследования и открытия в области физики лежат в основе развития техники и производства.

Политехническая направленность обучения предполагает усвоение учащимися политехнических знаний, формирование умений и навыков применения этих знаний. Политехническая направленность курса физики предполагает усвоение учащимися физических основ современной техники и технологии производства.

Одним из средств формирования политехнических знаний и умений у учащихся является решение физических задач с производственно – техническим содержанием.

Физическая задача с производственно – техническим содержанием – задача, связанная с решением технических и производственных вопросов, оперированием знаниями, умениями и навыками в области физики, техники, производства.

Функции физических задач с производственно – техническим содержанием в основном совпадают с функциями учебных физических задач (1.2), однако решение таких задач особенно эффективно для формирования умения практически применять физические знания, формирования общих умений и способностей.

Решение задач с производственно – техническим содержанием: *позволяет формировать у учащихся умение выявлять физическое явление или закон, положенные в основу устройства и принципа действия того, или иного механизма;*

способствует сознательному усвоению учащимися учебного материала;

позволяет знакомить учащихся с элементами технологии основных промышленных процессов, со свойствами материалов, применяемых в технике и на производстве;

развивает техническое мышление учащихся;

способствует формированию политехнических понятий;

расширяет политехнический кругозор учащихся;

помогает экономическому и экологическому воспитанию учащихся;

готовит учащихся к труду в условиях современного производства.

В существующих учебниках и сборниках задач для старших классов средней школы политехнические знания представлены в виде отрывочных сведений об использовании в технике некоторых законов физики. Выпускники средней школы в условиях современного научно-технического прогресса не могут довольствоваться в своей практической деятельности знанием таких эпизодических основ техники. Большие возможности для реализации политехнического обучения заложены в решении задач с производственно-техническим содержанием. В связи с этим возникает необходимость отбора такого политехнического материала для составления задач, который наиболее глубоко отражал бы тенденции развития техники и производства и был бы нужен каждому человеку вне зависимости от его будущей специальности.

При отборе политехнического материала для составления задач с производственно-техническим содержанием необходимо учитывать следующие дидактические требования:

обеспечение органической связи отбираемого политехнического материала с изучаемым программным материалом по физике;

практическое значение данного материала;

доступность его усвоения учащимися того или иного класса;

необходимость тщательной дозирования отбираемого политехнического материала для составления конкретной задачи.

Мы остановимся подробнее на использовании таких задач с производственно-техническим содержанием, которые предполагают оперирование средствами графической наглядности: техническими рисунками, чертежами, схемами. На основе зрительного представления у учащихся возникает образ технического объекта, который является одновременно чувственно-наглядным и понятийным (кон-

цептуальным). Чувственно – наглядные образы, отражающие свойства предметов действительности, возникают непосредственно при воздействии на анализаторы человека и существуют в виде образов ощущений, восприятий и представлений. Понятийные (концептуальные) образы, отражающие наиболее существенные стороны, связи и отношения объективного мира, раскрываются средствами абстрактного мышления в процессе практической деятельности. В чистом виде чувственных и понятийных образов не существует, они всегда находятся в диалектическом единстве, взаимосвязи и взаимоотношении.

В процессе решения задач, содержащих техническую наглядность, мозг школьника постоянно формирует чувственно – логические (наглядные) образы, при этом чувственно – наглядная сторона как бы освещается смысловым содержанием. Логическое рациональное мышление включается в наглядный образ в "снятом" виде, поскольку любой воспринятый органами чувств сигнал оставляет в мозгу след в виде электрохимических процессов в нервных клетках. Центральная нервная система отбирает и преобразует поступающие сигналы и направляет свою деятельность на выделение некоторого числа опознавательных признаков предмета. При решении задач с производственно – техническим содержанием идет развитие технического мышления учащихся на основе чувственного познания и успешное решение задачи определяется в данном случае единством образного и логического компонентов деятельности.

6.2. Структура деятельности по решению задач с производственно – техническим содержанием

Так как задачи с производственно – техническим содержанием являются реальными (см. табл. 1), то структура деятельности по их решению несколько отличается от структуры деятельности по решению идеальных физических задач. В качестве примера рассмотрим решение следующей задачи.

Задача 63. На рис. 15 показана схема жидкостного насоса. Основные части насоса: цилиндр 2, поршень 3, клапаны 4 и 5, шток 1, воздушная камера 6. Объясните принцип действия насоса, определите, на какую максимальную высоту можно поднять воду с помощью такого насоса, воздействуя на поршень силой 590 Н, если площадь поперечного сечения поршня 120 см².

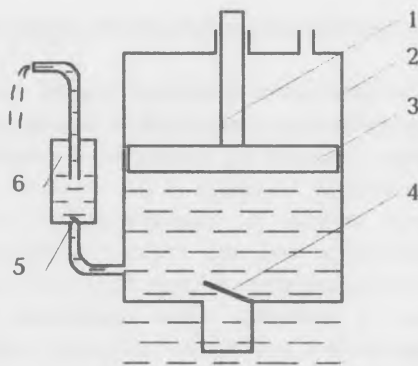


Рис. 15

Ознакомление с задачей. Элементарное условие задачи: на поршень насоса действует сила 590 Н. Элементарные требования задачи: объяснить принцип действия насоса и определить максимальную высоту подъема воды таким насосом. Техническим объектом задачи является насос; его основные части: цилиндр, поршень, воздушная камера и два клапана; характеристика объекта — площадь поперечного сечения поршня 120 см².

В задаче описывается давление твердого тела на жидкость.

Краткая запись задачи:

жидкостный насос	
$F = 590 \text{ Н}$	
$S = 120 \text{ см}^2 = 0,012 \text{ м}^2$	
<hr/>	
принцип действия — ?	
h — ?	

Составление плана решения задачи. Предметом задачи является давление в жидкости. Решить задачу можно на основе закона Паскаля и анализа действия клапанов при движении поршня насоса вверх и вниз.

Рациональным методом решения задачи будет анализ движения воды (и его причин) в насосе. Для выполнения второго требования

задачи необходимо использовать формулу давления на глубине жидкости.

Осуществление решения задачи. Основными способами решения задачи являются логический и алгебраический.

Насос состоит из цилиндра 2, внутри которого находится плотно прилегающий поршень 3 со штоком 1. В нижней части цилиндра имеется клапан 4, открывающийся только вверх. При движении поршня вверх под ним создается разрежение, за счет которого клапан 4 открывается, и вода под действием давления атмосферы поступает в цилиндр. При движении поршня вниз клапан 4 закрывается под действием давления воды в цилиндре под поршнем, а клапан 5 открывается и вода поднимается в резервуар с воздушной камерой 6.

Рассчитаем наибольшую высоту подъема воды при помощи насоса описанной конструкции.

При каждом цикле движений поршня вверх и вниз в воздушную камеру поступает новая порция воды и высота столба воды над клапаном 5 увеличивается. При увеличении высоты столба воды возрастает давление воды на клапан 5 сверху:

$$p_1 = \rho gh.$$

Рост столба воды будет продолжаться до тех пор, пока давление воды p_2 , создаваемое поршнем, будет достаточным для открывания клапана 5 при движении поршня вниз. Давление p_2 будем считать постоянным, а давление p_1 зависит от высоты столба жидкости над клапаном 5. При максимально высоком столбе воды будет соблюдаться условие $p_1 = p_2$, так как при более высоком столбе воды соблюдалось бы условие $p_1 > p_2$, а при этом условии клапан 5 не откроется.

Так как $p_2 = \frac{F}{S}$, то, используя равенство $p_1 = p_2$, получим формулу:

$$\rho gh = \frac{F}{S}, \quad \text{откуда } h = \frac{F}{\rho g S}.$$

Проверим единицу измерения искомой величины:

$$[h] = \frac{H}{\frac{кг}{м^3} \times \frac{м}{с^2} \times м^2} = \frac{H}{\frac{H}{м}} = м.$$

Подставляя численные значения известных величин в формулу для вычисления искомой величины, получим:

$$h = \frac{590}{1000 \times 9,8 \times 0,012} = 5,1 \text{ (м)}.$$

Проверим полученный результат и выполним его анализ.

Над клапаном 5 может находиться столб воды высотой 5,1 м; большей высоты подъема воды добиться не удастся, так как давление, создаваемое поршнем на жидкость в цилиндре и передаваемое согласно закону Паскаля на клапан 5, окажется недостаточным для открытия указанного клапана. Из формулы для вычисления искомой величины видно, что высота подъема воды насосом прямо пропорциональна силе, действующей на поршень, и обратно пропорциональна площади сечения поршня. Очевидно, что увеличивая силу, действующую на поршень, и уменьшая площадь поршня, можно увеличить давление поршня на воду в цилиндре и, как следствие, увеличить высоту подъема воды в воздушной камере.

С другой стороны, уменьшение площади поршня приведет к уменьшению производительности насоса, так как уменьшится масса воды, проходящей в воздушную камеру за один ход поршня.

Проверим результат на реальность. Глубина колодцев составляет 4–15 м, поэтому полученный результат следует считать реальным. (Такой насос можно использовать для подъема грунтовых вод и других целей).

Из формулы для вычисления искомой величины видно, что задача не имеет решения только при $F=0$. В этом случае на поршень не действует сила, он не создает давления на воду в цилиндре, следовательно, не открывается клапан 5 и вода не поступает в воздушную камеру.

Высота подъема столба воды 5,1 м получена нами при силе 590 Н, действующей на шток поршня. Если насос ручной, то для получения такой силы конструкция насоса должна содержать рычаг, посредством которого воздействие руки человека передается на шток поршня.

Анализ решения приведенной выше задачи позволяет конкретизировать структуру деятельности по решению учебных физических задач (см. табл. 2) для задач с производственно-техническим содержанием. Специфика решения задач данного вида проявляется при выполнении операций I–1, I–3, I–4, II–2, II–3, III–2, III–3, III–4, IV–1, IV–4 (табл. 10).

**Структура деятельности по решению задач
с производственно – техническим содержанием**

Действия	Операции	Содержание операций
I. Озна – комление с задачей	1. Ориентирование	Чтение задачи, выделение эле – ментарных условий и требований, установление технических объек – тов элементарных условий, их ос – новных частей и соотношений между объектами
	2. Планирование	Идеализация содержания за – дачи
	3. Исполнение	Кодирование задачной ситуа – ции (построение знаково – симво – лической модели задачи)
	4. Контроль	Воспроизведение содержания задачи по ее модели
II. Сос – тавление плана реше – ния задачи	1. Ориентирование	Выявление предмета задачи и раздела, темы, системы знаний, которые объясняют явление, рас – сматриваемое в задаче
	2. Планирование	Выявление возможных путей разрешения требования задачи
	3. Исполнение	Определение рационального метода решения задачи
	4. Контроль	Проверка целесообразности решения задачи отобранными средствами

Действия	Операции	Содержание операций
III. Осуществление решения задачи	1. Ориентирование	Выявление способа решения задачи
	2. Планирование	Актуализация и запись основного уравнения (суждения), определение его достаточности для получения соотношения между условием и требованием задачи
	3. Исполнение	Составление системы уравнений; выявление причинно-следственных связей, построение умозаключения с целью получения соотношения между условием и требованием; вычисления
	4. Контроль	Проверка полученного соотношения между условием и требованием задачи, перенос знаний и умений, полученных при решении задачи, на объяснение принципа действия аналогичных технических объектов
IV. Проверка полученного результата и его анализ	1. Ориентирование	Уточнение содержания полученного результата
	2. Планирование	Выбор метода проверки результата в зависимости от его содержания
	3. Исполнение	Осуществление проверки результата на достоверность, реальность, соответствие
	4. Контроль	Исследование условий, при которых задача имеет решение, нахождение других решений при различных допущениях, определение возможности получения результата другими способами, выявление наиболее рационального способа решения

Структура деятельности по решению учебных физических задач является обобщенной, поэтому содержание операций в табл. 2 и 10 мало отличается, однако выполнение ряда операций при решении задач с производственно-техническим содержанием отличается от выполнения аналогичных операций при решении учебных физических задач.

Так, при выполнении операции I-1 необходимо выяснить, какой технический объект рассматривается в задаче и каковы его основные части.

При выполнении операции I-3 необходимо начертить схему данного объекта (если она не приведена в условии задачи) и отразить название объекта, его характеристики и требование задачи в краткой записи задачи.

Выполняя операцию I-4, необходимо с помощью схемы объекта и краткой записи задачи воспроизвести содержание задачи, в том числе и ее технической стороны.

Выполняя операции II-2 и II-3, приходится планировать применение законов или формул физики и различных видов анализа действия технических объектов (кинематических схем, движения жидкости или газа, движения зарядов и т. д.), их узлов и деталей.

При выполнении операций III-2 и III-3 необходимо выявлять причинно-следственные связи, используемые при работе технического объекта, строить умозаключение с использованием как знаний физики, так и понимания принципа действия узлов и деталей технических объектов (в которых используются физические явления).

При выполнении операции III-4 (дополнительно к проверке полученного соотношения между условием и требованием задачи) можно осуществить перенос полученного решения для объяснения принципа действия других аналогичных технических объектов (в работе которых используются те же физические явления, что и в работе объекта, рассмотренного в только что решенной задаче).

При выполнении операции IV-1 необходимо уточнить физический смысл полученного результата, выяснить, почему получилось именно это значение искомой величины, как изменится результат, если изменить значение того или иного параметра технического объекта.

При выполнении операции IV-4 необходимо не только выяснить условия, при которых задача имеет решение, но и разобраться, по-

чему при других условиях задача решения не имеет, технический объект действовать не будет. Желательно также попытаться на — чертить другую схему объекта (прибора, механизма и т. д.), который может быть использован вместо объекта, рассмотренного в задаче, выявить достоинства и недостатки различных конструкций.

6.3. Основные этапы формирования у учащихся умения решать задачи с производственно — техническим содержанием

Формирование у учащихся умения решать задачи с производственно — техническим содержанием, так же как и в случае с задачами межпредметного содержания, происходит в рамках формирования умения решать учебные физические задачи и включает те же 9 этапов (5.2).

Следует иметь в виду, что на начальных этапах (с первого по четвертый) учащимся можно предъявлять для решения задачи с производственно — техническим содержанием, несущим лишь информационную функцию. Технические детали не должны заслонять, маскировать физическую сущность задачи. Приведем примеры таких задач.

Задача 64. Стрелка спидометра движущегося автомобиля находится в течение двух минут на отметке 72 км/ч. Как движется автомобиль в этом интервале времени? Какое расстояние он проходит за это время?

Задача 65. Десять опор Останкинской телебашни установлены на фундаменте. Площадь горизонтального сечения каждой опоры $4,7 \text{ м}^2$. Масса башни 32000 т. Определить давление башни на фундамент.

Задача 66. Площадь поршня велосипедного насоса 7 см^2 . С какой силой человек действует на поршень, если воздух из насоса поступает в камеру под давлением $1,5 \times 10^5 \text{ Па}$?

Задача 67. На рис. 16 показан гидроцилиндр 1 с поршнем 2. Жидкость 3 нагнетается в цилиндр по шлангу 4 под давлением 500 кПа, площадь поршня 100 см^2 . Какую работу совершает гидроцилиндр при перемещении поршня на 30 см? Где применяются гидроцилиндры?

Задача 68. На рис. 17 показаны рычажные весы, состоящие из градуированного рычага 1, гири 2, рычага 3. Какова масса тела,

находящегося на чашке весов, если расстояния АО и ОС равны соответственно 10 и 4 см, а масса гири 5 кг?

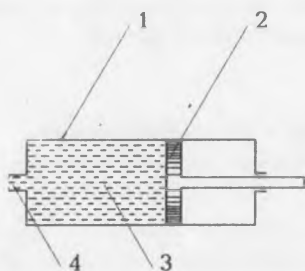


Рис. 16

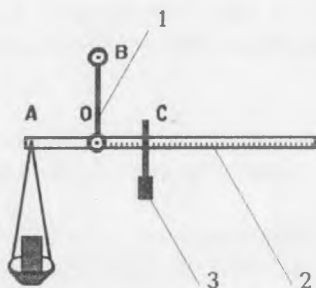


Рис. 17

Задача 69. В кабине бензовоза имеется надпись: "При наливке и сливе горючего обязательно включить заземление". Почему не — необходимо соблюдать данное требование?

На четвертом этапе формирования у учащихся умения решать учебные физические задачи можно предлагать для решения задачи, связанные с механизмами, в работе которых используется не одно, а несколько физических явлений, однако и в этом случае технические детали схемы механизма не должны затруднять физический анализ задачи. Приведем примеры таких задач.

Задача 70. На рис. 18 показана схема поплавкового указателя уровня топлива. Назовите основные детали данного указателя и объясните принцип его действия.

Задача 71. На рис. 19 показана электрическая схема устройства, предназначенного для автоматического поддержания температуры (например, в аквариуме). Схема содержит контактный термометр 1, электромагнитное реле 2, нагревательный элемент 3. Как работает это устройство?

На последующих этапах происходит формирование у учащихся управляющих действий обобщенной структуры деятельности по решению учебных физических задач (реализующие действия должны быть сформированы на четвертом этапе), поэтому начиная с пятого этапа учащимся можно предъявлять задачи, решение которых требует как анализа физических явлений, используемых в работе рас —

сматриваемого механизма, так и понимания принципа действия его узлов и деталей. Рассмотрим примеры таких задач.

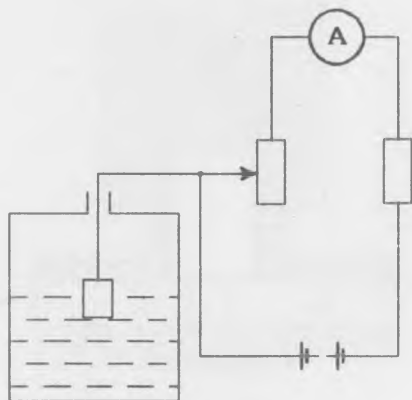


Рис. 18

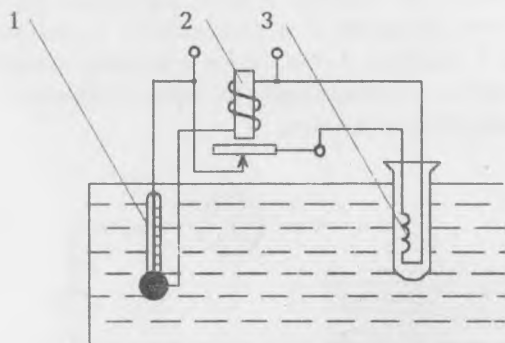


Рис. 19

Задача 72. В качестве противоугонного устройства в автомобиле может быть использован электромагнитный клапан, открывающий или перекрывающий топливопровод. Схема такого клапана показана на рис. 20. Основные детали клапана: обмотка электромагнита 2, подвижный якорь 3, запирающий клапан 4, седловина жиклера 5.

пружина 1. Стрелки на рисунке показывают направление движения топлива. Объясните принцип действия электромагнитного клапана.

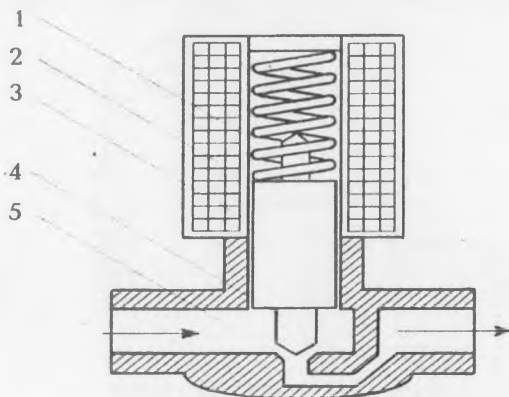


Рис. 20

Задача 73. На рис. 21 показана схема электрической сигнализации падения давления масла в системе смазки двигателя. Датчик давления состоит из неподвижного 5 и подвижного 4 контактов, толкателя 3, пружины 2, корпуса 1. На схеме показаны также: масло 6, сигнальная лампочка и аккумуляторная батарея. Объясните принцип действия данной электрической цепи.

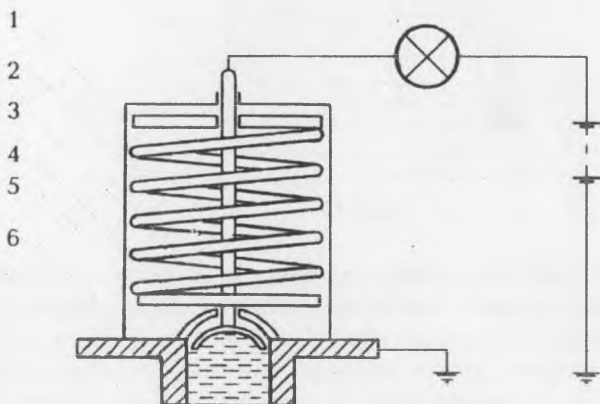


Рис. 21

При решении этих задач необходимо не только применять знания физики, но и понимать назначение всех деталей, указанных на рисунках, а также представлять взаимодействие пружины с якорем под действием магнитного поля обмотки электромагнита (в задаче 72) и пружины с толкателем под действием давления масла (в задаче 73); кроме того, надо представлять расположение полостей в электромагнитном клапане (т. е. понимать разрез детали), видеть электрическую цепь и представлять движение подвижного контакта в датчике давления масла.

На различных этапах обучения учащихся умению решать учебные физические задачи можно использовать задания по составлению задач (3.3). Приведем несколько примеров таких заданий.

Задание 22. Составьте задачу по рис. 22.

Задание 23. Составьте задачу по рис. 23. На рисунке показаны резец строгального станка 1 и обрабатываемая деталь 2. Движение резца считать равномерным, причем $v_2 > v_1$.



Рис. 22

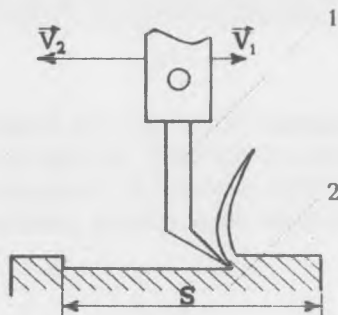


Рис. 23

Задание 24. На рис. 24 показана плотина электростанции 1, в основании которой имеется труба 3 диаметром d для аварийного сброса воды. Труба перекрыта щитом 2. Составьте задачу по этому рисунку.

Задание 25. Одним из основных устройств системы охлаждения двигателя является радиатор. Составьте задачу, описывающую охлаждение воды в радиаторе, причем проверка единицы измерения искомой величины должна осуществляться по формуле

$$[V] = \frac{\Delta \text{ж}}{\frac{\Delta \text{ж}}{\text{кг} \times \text{моль}} \times \frac{\text{кг}}{\text{м}^3} \times (K - K)}$$

Задание 26. Основные детали ручной дрели: упор 1, рукоятка 2, шестерни 3, 4, 5, 6 и патрон 7 (рис. 25). Составьте задачу по рис. 25. Имейте в виду, что реальная частота вращения рукоятки не более 180 оборотов в мин, а сверла — до 50 оборотов в с.

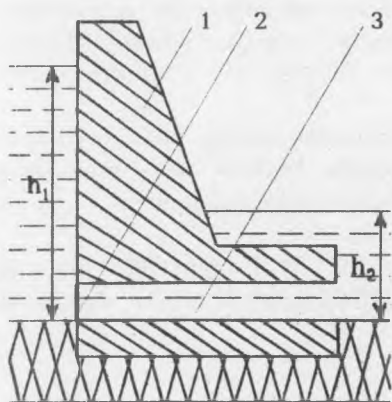


Рис. 24

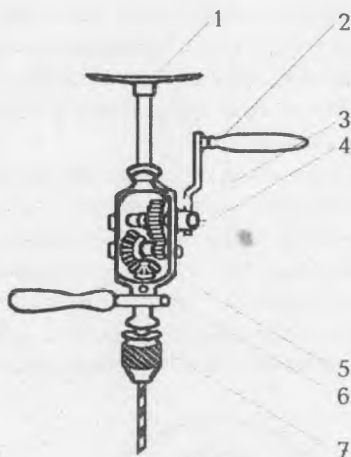


Рис. 25

Задание 27. На рис. 26 показана схема гидравлической тормозной системы автомобиля, состоящей из педали 1, штока 2, поршней 3 и 4, тормозных колодок 5, тормозного барабана 6. Составьте задачу на вычисление силы трения, действующей на тормозной барабан.

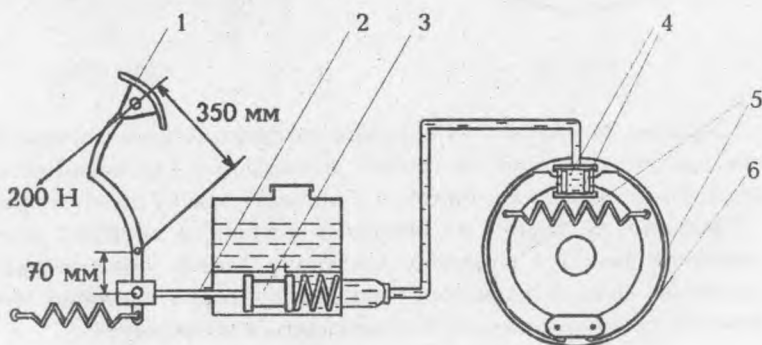


Рис. 26

Задание 22 можно использовать на первом этапе обучения учащихся решению задач с целью формирования умения выделять элементарные условия и требования задачи.

Задания, аналогичные заданию 23, можно использовать на втором этапе обучения учащихся решению задач. Указанные на рисунке характеристики показывают, численные значения каких величин надо задать в условии задачи. Задания такого вида можно использовать для формирования умения выполнять операцию III—3.

Для формирования умения выполнять операции III—2 и III—3 на третьем этапе обучения можно использовать задания, аналогичные заданию 24. При выполнении этого задания и последующем решении задачи необходимо составить систему уравнений, включающую формулы: давления на глубине жидкости, плотности, площади круга.

Задания, аналогичные заданию 25, можно использовать на четвертом этапе обучения с целью формирования операции III—4.

Задания типа задания 26 можно использовать на пятом этапе с целью формирования умения выполнять операцию проверки на реальность (IV—3).

Задания, аналогичные заданию 27, могут применяться на шестом этапе с целью формирования умения выполнять операцию II—1, так как для выполнения этого задания учащиеся должны привлечь знания не только текущего материала, но и ранее изученных разделов и тем.

Задания по составлению задач с производственно—техническим содержанием можно использовать и на последующих этапах формирования у учащихся умения решать учебные физические задачи.

6.4. Особенности деятельности учителя по обучению учащихся умению решать задачи с производственно—техническим содержанием

Выше мы говорили о методике решения задач с производственно—техническим содержанием, касались и вопросов методики обучения учащихся умению решать задачи этого вида. Ниже мы остановимся на проблеме создания системы задач с производственно—техническим содержанием.

Небольшое количество задач с производственно—техническим содержанием встречается в различных сборниках задач. Имеется и

сборник задач по физике с техническим содержанием И.М.Ни — замова, в котором приведено большое количество задач по программе курса физики VII—VIII классов. Однако учителю физики не обойтись решением только готовых задач, он должен уметь составлять задачи на основе различных пособий, учебников, технической литературы. Большие возможности для составления задач с производственно — техническим содержанием представляет Энциклопедия механизмов современной техники И.И.Артоболевского. Анализируя литературу, учитель должен выделить наиболее общие и часто встречающиеся узлы различных машин или механизмы, действие которых можно объяснить на основе знаний учащихся того или иного класса. При анализе узлов или механизмов необходимо использовать три основных вопроса: "На каком физическом явлении основано устройство и принцип действия механизма? Каковы основные детали механизма? Как действует данный механизм?". На основе полученных ответов учитель может сделать вывод о возможности составления задачи на основе данного механизма.

При составлении задач с производственно — техническим содержанием (или использовании заимствованных задач) необходимо учитывать, на каком этапе обучения умению решать задачи находятся учащиеся. Так как при решении задач с производственно — техническим содержанием используется не только физическая, но и техническая терминология, то необходимо оценивать доступность технических терминов для учащихся конкретного возраста и стараться, чтобы текст задачи не был излишне перегружен такими терминами.

Некоторые достаточно сложные механизмы можно использовать для составления нескольких задач, предъявляемых учащимся на разных этапах обучения. Например, схему гидравлической тормозной системы автомобиля (рис. 26) можно использовать для составления следующих задач.

Задача 74. На рис. 27 показана часть тормозной системы автомобиля, состоящая из трубки 1, по которой в цилиндр 2 с поршнями 3 подается под давлением тормозная жидкость. Тормозные колодки 4, связаны с поршнями, а на тормозной диск 5 надето колесо. Как работает гидравлическая тормозная система автомобиля?

Задача 75. На рис. 27 показана часть гидравлической тормозной системы автомобиля. По трубке 1 тормозная жидкость подается под давлением в цилиндр 2 с поршнями 3. Поршни действуют на тормозные колодки 4, а на тормозной диск 5 надето колесо. Диаметр

поршней 2 см, давление жидкости в цилиндре 800 кН/м^2 . Как работает тормозная система? Какая сила действует на тормозную колодку?

Задача 76. На рис. 26 показана схема гидравлической тормозной системы автомобиля, состоящей из педали 1, штока 2, поршней 3 и 4, тормозных колодок 5, находящихся в тормозном цилиндре, и тормозного барабана 6.

Как работает тормозная система? Какая сила трения действует на тормозной барабан, если водитель нажимает на педаль с силой 200 Н, диаметр поршня 3 20 мм, а диаметр поршня 4 24 мм? Коэффициент трения тормозных колодок о тормозной барабан 0,8.

Задачу 74 можно использовать на первом или втором этапах обучения учащихся умению решать учебные физические задачи, задачу 75 — на втором, а задачу 76 — на шестом этапах обучения.

В заключение приведем примеры задач с производственным — техническим содержанием по некоторым темам курса физики.

Задачи по теме "Давление твердых тел, жидкостей и газов".

Задача 77. На рис. 28. показана схема регулятора давления, используемого на нефте- и газопроводах. Регулятор содержит: заслонку 1, блок 2, трубопровод 3, трубку 4, трос 5, груз 6, колокол 7. Какой физический закон используется в данном механизме? Как действует регулятор при возрастании давления в трубопроводе?

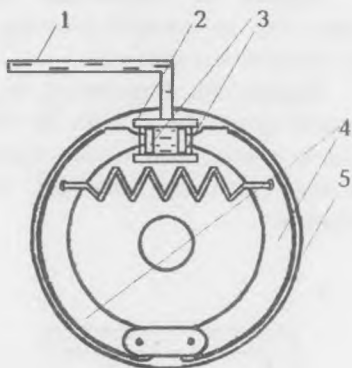


Рис. 27

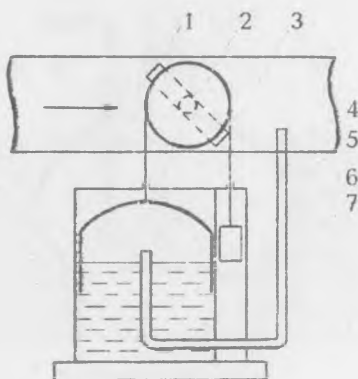


Рис. 28

Задача 78. Объясните принцип действия барометра—анероида (рис. 29), состоящего из гофрированной коробки 1, нити 2, пружины 3, стрелки 4 и диска 5.

Задача 79. Изучите устройство поршневого насоса, схема которого показана на рис. 30. Объясните, как происходит подъем жидкости с помощью такого насоса. Какое физическое явление лежит в основе действия насоса? Почему жидкость льется прерывистой струей?

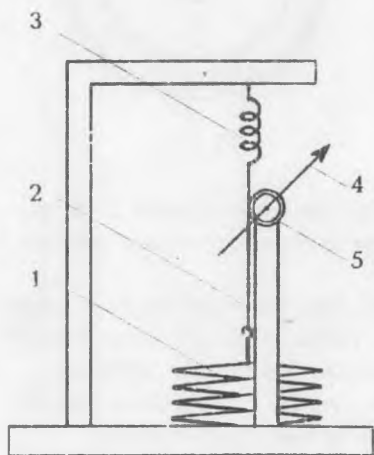


Рис. 29

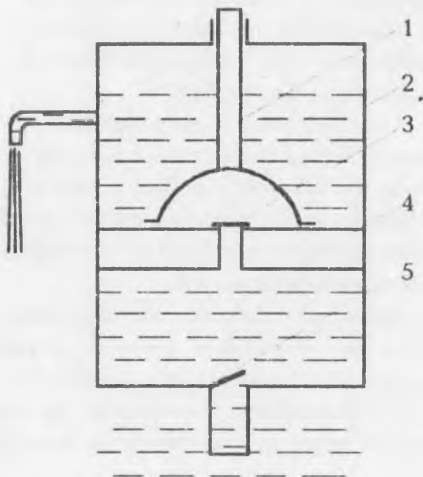


Рис. 30

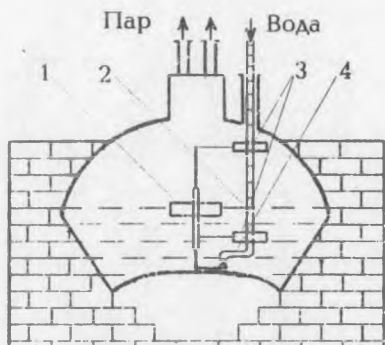


Рис. 31

Задача 80. На рис. 31 показана схема механизма регулятора уровня воды в паровом котле, состоящего из трубы 2, подвижных муфт 3, клапана 4 и поплавка 1. Как работает данный механизм? Каково давление воды в трубе, если доступ воды в котел прекращается при действии на поплавок выталкивающей силы 100 Н, а площадь поперечного сечения трубы $0,0004 \text{ м}^2$?

Задачи по теме "Работа. Мощность. Энергия".

Задача 81. Изучите устройство механизма рычажного захвата, изображенного на рис. 32. Объясните, как действует этот механизм. С какой целью для осей А и В сделано несколько отверстий?

Задача 82. Изучите устройство весов, изображенных на рис. 33. Определите массу взвешиваемого тела, если расстояния $AO = 10$ см, $OB = 30$ см, $CB = 10$ см, а массы гирь 1 и 2 равны соответственно 200 г и 1 кг.

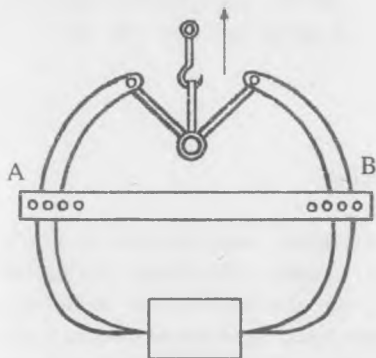


Рис. 32

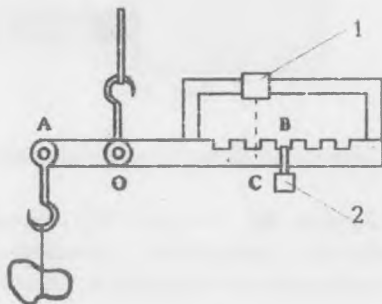


Рис. 33

Задача 83. На рис. 34 изображен главный тормозной цилиндр автомобиля 1. Педаль 3 через шток 2 воздействует на поршень 4, который создает давление тормозной жидкости в трубке 6, идущей к рабочему тормозному цилиндру, находящемуся на тормозном барабане колеса. Как работает этот механизм? Каково назначение пружины 5? Какую работу совершил поршень тормозного цилиндра, если водитель нажал на педаль с силой 50 Н, поршень переместился на 2 см, а расстояния OA и AB равны соответственно 6 и 24 см?

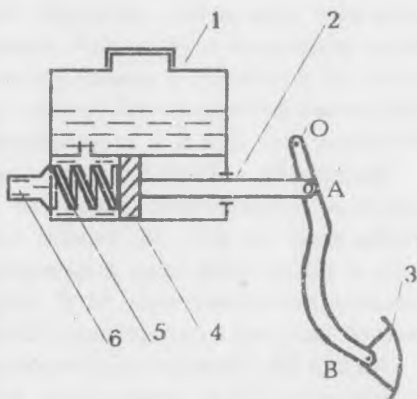


Рис. 34

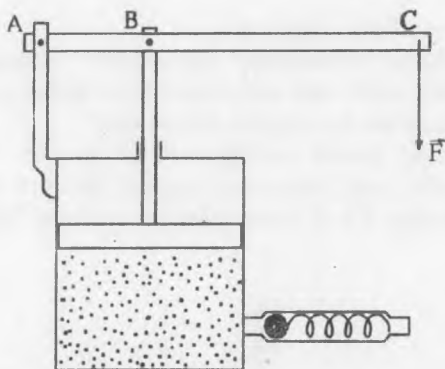


Рис. 35

Задача 84. Какая сила действует на клапан воздушного насоса, изображенного на рис. 35, если человек действует на рычаг (в точке С) с силой 30 Н, площадь шарика клапана 1 см^2 , площадь поршня 40 см^2 , расстояние АВ 10 см, а расстояние ВС 90 см?

Задачи по теме "Электрические явления".

Задача 85. На рис. 36 показан механизм электрического контрольного измерителя шлифовального станка. Назовите основные детали данного механизма. Объясните, как действует этот механизм. Как можно модернизировать рассматриваемый механизм, чтобы с его помощью было возможно автоматически отключать шлифовальный станок?

Задача 86. На рис. 37 изображен механизм электрического контрольного измерителя размеров изделия. Назовите основные детали этого механизма и объясните принцип его действия. Ток какой силы течет по лампочке и какая мощность выделяется на ней в момент измерения нестандартной детали, если напряжение, создаваемое источником тока, 220 В, а сопротивление нити накала лампочки 484 Ом?

Задача 87. Назовите основные детали и объясните принцип действия поплавкового указателя уровня жидкости, схема которого изображена на рис. 38. Какую мощность потребляет электрическая цепь и какую силу тока показывает амперметр, если напряжение на клеммах источника тока 12 В, сопротивление реостата 30 Ом, а его движок находится посередине обмотки?

Задача 88. Мощность электрического паяльника, рассчитанного на напряжение 220 В, равна 40 Вт. Каково сопротивление спирали паяльника? Какая мощность будет выделяться в спирали, если паяльник включить в сеть с напряжением 127 В?

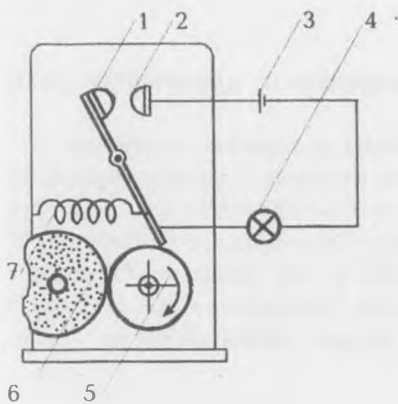


Рис. 36

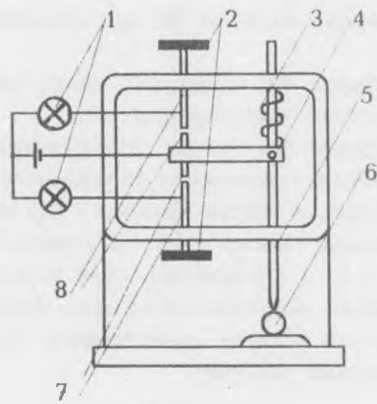


Рис. 37

Задача 89. На рис. 39 показана электрическая цепь сигнализации повышения температуры воздуха. Она состоит из медной проволоки 1, длина которой 40 см при температуре 20°C , стальной пластины 2, имеющей ось вращения, пружины 3, работающей на сжатие, контактов 4, лампочки 5 и источника тока 6. Считая, что температурным изменениям подвергается только участок АС, определить, каким должно быть отношение плеч $ОВ$ и $ОА$, чтобы лампочка загорелась при температуре 60°C . Расстояние между контактами 0,5 мм.

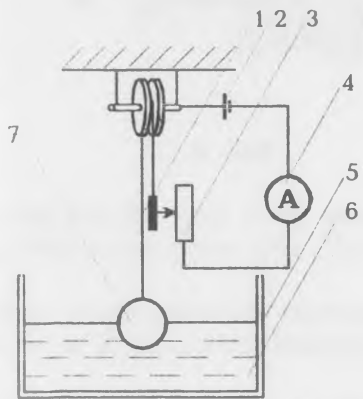


Рис. 38

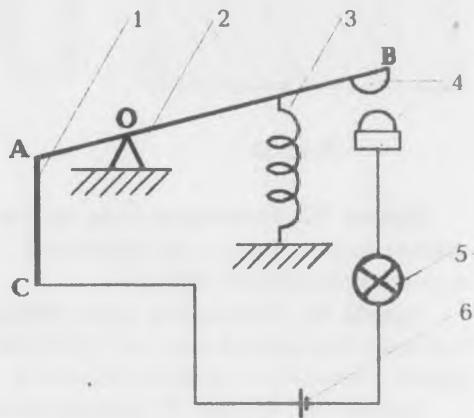


Рис. 39

Задача 90. Начертите силы, действующие на движущийся резец строгального станка (рис. 40).

Задача 91. На рис. 41 показана схема механизма сцепления автомобиля, состоящего из ведущего 2 и ведомого 1 дисков сцепления, маховика 3, шести пружин 7 жесткостью по 100 кН/м, педали 4, тяги 5 и вилки сцепления 6. Расстояния АО и ОВ равны соответственно 20 и 4 см, а отношение плеч вилки СО и ОД равно 6. Объясните принцип действия механизма сцепления. Вычислите силу, с которой водитель должен действовать на педаль, чтобы развести диски сцепления на 5 мм.

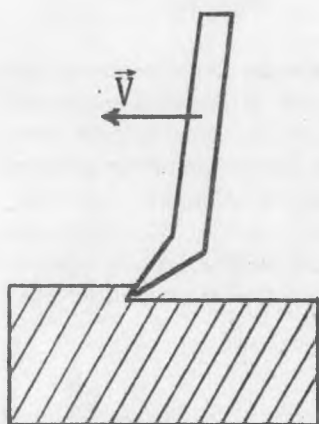


Рис. 40

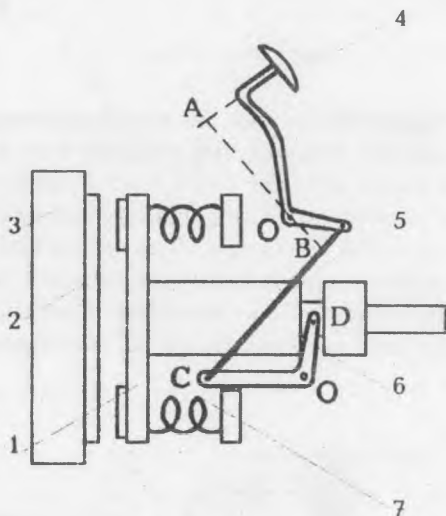


Рис. 41

Задача 92. Вычислить силу натяжения троса (рис. 42) при движении лифта вверх с ускорением $0,1 \text{ м/с}^2$; если масса лифта 1300 кг, а масса противовеса 800 кг.

Задача 93. Определить силы реакции опор мостового крана, схема которого показана на рис. 43, если расстояния $S = 10 \text{ м}$, $L = 20 \text{ м}$, масса крана с грузом 2 т, а масса моста 4 т.

Задача 94. На рис. 27 показан колесный диск автомобиля с тормозными колодками. Давление тормозной жидкости в цилиндре во время торможения 2 МПа, площадь поршня тормозного цилиндра

4 см², коэффициент трения материала тормозной накладки о сталь тормозного барабана 0,8. Определить силу трения, действующую на тормозной диск.



Рис. 42

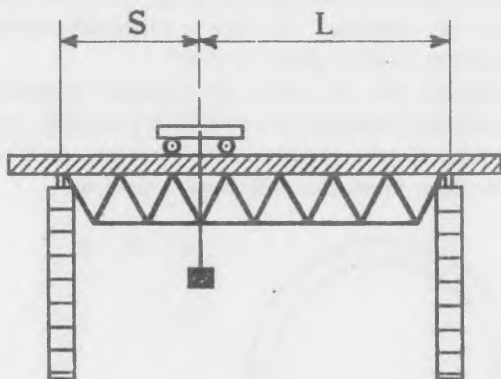


Рис. 43

Задачи по теме "Магнитное поле".

Задача 95. На рис. 44 показано электромагнитное реле с нормально разомкнутой парой. Объясните принцип действия данного реле.

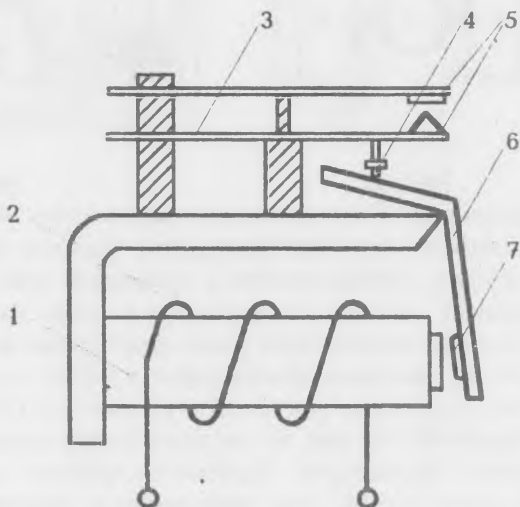


Рис. 44

Задача 96. На рис. 45 показана схема магнитоэлектрического амперметра. Объясните принцип действия данного прибора. Какая максимальная сила действует на каждую сторону рамки прибора, содержащей 100 витков провода, если по рамке течет ток силой 0,5 А, длина ее стороны 1,5 см, а индукция магнитного поля, в котором находится рамка, равна 0,8 Тл?

Задача 97. На рис. 46 показан рычажный механизм электромагнитного тормоза. Назовите и укажите основные детали этого механизма. Какие физические явления лежат в основе его действия? Объясните принцип действия тормоза.

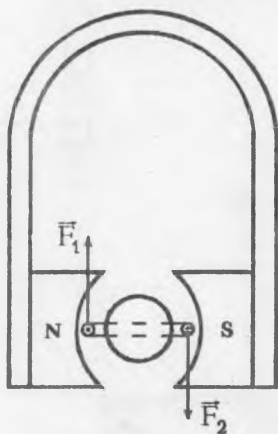


Рис. 45

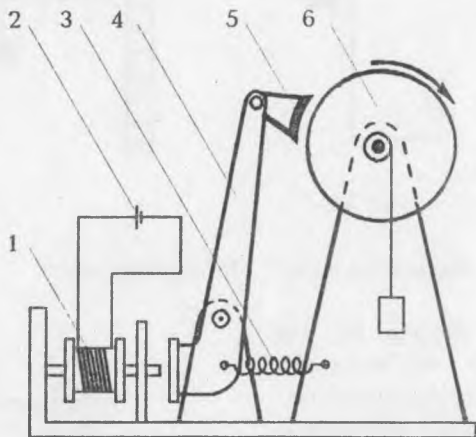


Рис. 46

Задача 98. В магнитогидродинамическом генераторе струя плазмы (ионизированного газа) проходит с большой скоростью между двумя пластинами, находящимися в магнитном поле (рис. 47). Почему при замыкании пластин проводником в цепи возникает электрический ток? Каково направление этого тока? Какая максимальная сила действует на электрон, движущийся в МГД-генераторе со скоростью 800 м/с, если индукция магнитного поля 1,2 Тл?

Задача 99. На рис. 48 показана схема аварийного включения освещения троллейбуса. Назовите основные детали данной схемы. Объясните, почему при прекращении подачи тока от сети автоматически включается аварийное освещение, работающее от аккумуляторной батареи?

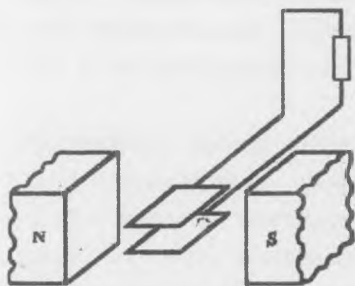


Рис. 47

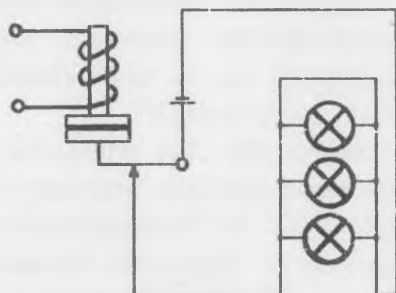


Рис. 48

Задача 100. Будет ли работать электрический звонок, схема которого показана на рис. 49, если его клеммы подсоединены к источнику постоянного тока?

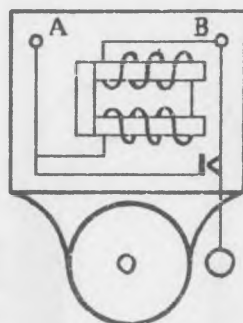


Рис. 49

Задачи по теме "Электромагнитная индукция".

Задача 101. Индукционная электрическая печь, схема которой показана на рис. 50, содержит огнеупорный тигель 1, в котором плавится металл 3. Вокруг тигля намотана обмотка 2, по которой течет ток высокой частоты. Как работает такая печь? Каково ее преимущество по сравнению с другими видами плавильных печей?

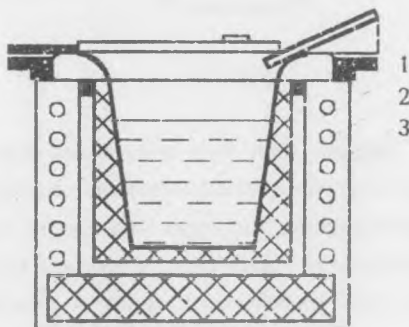


Рис. 50

Задача 102. Повышается или понижается напряжение на вторичной обмотке сварочного трансформатора, схема которого изображена на рис. 51, при перемещении ручки переключателя от контакта А к контакту В?

Задача 103. Для успокоения колебаний стрелок электроизмерительных приборов используется механизм, схема которого показана на рис. 52. Сплошной проводник 3 закреплен на одном валу 1 со стрелкой 2. Проводник находится в магнитном поле постоянного магнита. На каком физическом явлении основано действие механизма успокоителя колебаний? Как он работает?

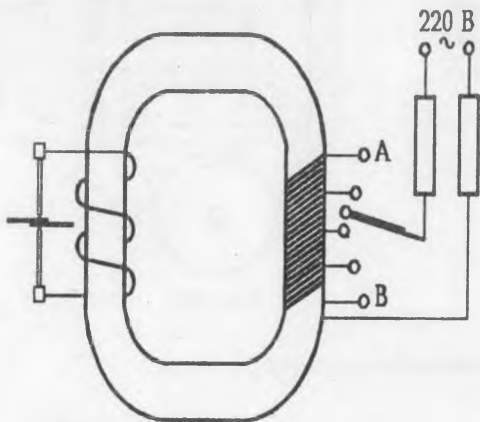


Рис. 51

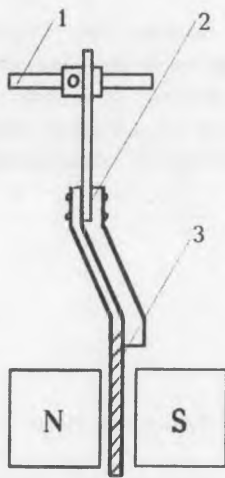


Рис. 52

Задача 104. Для получения высокого напряжения, необходимого для воспламенения горючей смеси, в системе зажигания автомобиля используется катушка зажигания, схема которой показана на рис. 53. Изменение силы тока, текущего по первичной обмотке 3, происходит за счет размыкания цепи с помощью специального устройства — прерывателя. Какое физическое явление используется в работе ка—

тушки зажигания? Объясните принцип ее действия. Каково назначение сердечника 2 катушки зажигания?

Какая ЭДС возникает во вторичной обмотке катушки 1, содержащей 30000 витков провода, если магнитный поток, созданный первичной обмоткой, изменяется от 0,25 до 0 Вб за 300 мкс?

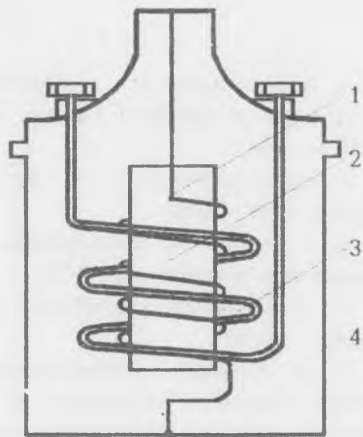


Рис. 53

1. Александров Д.А., Швайченко И.М. Методика решения задач по физике в средней школе: Пособие для учителей. — Л.: Учпедгиз, 1948. — 104 с.
2. Артоболевский И.И. Механизмы в современной технике. — М.: Наука, 1979—1981.
- Т. 1. Элементы механизмов. Простейшие рычажные и шарнирно—рычажные механизмы, 1979. — 495 с.
- Т. 2. Кулисно—рычажные и кривошипно—ползунные механизмы, 1979. — 559 с.
- Т. 3. Рычажно—кулачковые, рычажно—зубчатые, рычажно—храповые, рычажно—клиновые и винто—рычажные механизмы. Механизмы с гибкими и упругими звеньями, 1979. — 415 с.
- Т. 4. Зубчатые механизмы, 1980. — 591 с.
- Т. 5. Кулачковые и фрикционные механизмы. Механизмы с гибкими звеньями, 1981. — 400 с.
- Т. 6—7. Электрические механизмы. Гидравлические и пневматические механизмы, 1981. — 784 с.
3. Бабанский Ю.К. Методы обучения в современной общеобразовательной школе. — М.: Просвещение, 1985. — 208 с.
4. Дамитов Б.К., Фридман Л.М. Физические задачи и методы их решения. — Алма-Ата: Мектеп, 1987. — 100 с.
5. Дункер К. Психология продуктивного мышления // Психология мышления. — М.: Прогресс, 1965. — С. 86—234.
6. Кабанова—Меллер Е.Н. Формирование приемов умственной деятельности и умственное развитие учащихся. — М.: Просвещение, 1968. — 288 с.
7. Каменецкий С.Е., Орехов В.П. Методика решения задач по физике в средней школе: Пособие для учителей. — 2-е изд., перераб. и доп. — М.: Просвещение, 1971. — 448 с.
8. Лернер И.Я. Поисковые задачи в обучении как средство развития творческих способностей // Научное творчество. — М.: Наука, 1969. — С. 413—418.
9. Менчинская Н.А. Психология применения знаний к решению учебных задач // Психология применения знаний к решению учебных задач. — М.: Изд-во АПН РСФСР, 1958. — С. 3—10.
10. Методические рекомендации для студентов физических факультетов педвузов по подготовке к решению задач с произ-

водственно — техническим содержанием / Сост. Тулькибаева Н.Н., Бухарова Г.Д. — Челябинск: Изд-во ЧГПИ, 1987. — 40 с.

11. Низамов И.М. Задачи по физике с техническим содержанием: Пособие для учащихся. — 2-е изд., перераб. — М.: Просвещение, 1980. — 93 с.

12. Резников З.М. Прикладная физика: Пособие для учащихся. — М.: Просвещение, 1989. — 239 с.

13. Рубинштейн С.Л. Основы общей психологии: Учебное пособие для высших педагогических учебных заведений и университетов. — М.: Учпедгиз, 1946. — 704 с.

14. Секей Л. Продуктивные процессы в обучении и мышлении // Психология мышления / Под ред. А.М.Матюшкина. — М.: Прогресс, 1965. — С. 366—368.

15. Скаткин М.Н. Проблемы современной дидактики. — 2-е изд. — М.: Педагогика, 1984. — 258 с.

16. Тулькибаева Н.Н. Методические рекомендации по выделению основных этапов формирования у учащихся умения решать задачи по физике. — Челябинск: Изд-во ЧГПИ, 1985. — 33 с.

17. Тулькибаева Н.Н., Зубов А.Ф. Задачи межпредметного содержания и методы их решения: Учебное пособие. — Челябинск: Изд-во филиала института профессионального образования, 1993. — 95 с.

18. Тулькибаева Н.Н., Усова А.В. Методика обучения учащихся умению решать задачи. — Челябинск: Изд-во ЧГПИ, 1981. — 86 с.

19. Усова А.В., Тулькибаева Н.Н. Практикум по решению физических задач. — М.: Просвещение, 1992. — 208 с.

20. Федорова В.Н., Кирюшкин Д.М. Межпредметные связи. На материале естественно — научных дисциплин средней школы. — М.: Педагогика, 1972. — 144 с.

21. Фридман Л.М. Логико — психологический анализ школьных учебных задач. — М.: Педагогика, 1977. — 207 с.

22. Фридман Л.М., Маху В.И. Проблемная организация учебного процесса: Методическая разработка. — М.: Изд-во АПН СССР, 1990. — 61 с.

Введение	3
Глава I. Теоретические основы методики формирования у учащихся умения решать задачи	4
1. Исходные положения методики обучения учащихся умению решать задачи по физике	4
1.1. Функции решения физических задач	4
1.2. Методика решения и методика обучения решению учебных физических задач	9
1.3. Элементы теории учебных физических задач	11
1.4. Сущность и структура процесса решения учебных физических задач	16
2. Средства формирования умения решать физические задачи	19
2.1. Формы описания деятельности учащихся по решению задач	19
2.2. Структура деятельности по решению учебных физических задач	20
2.3. Структура деятельности как система реализующих и управляющих действий и операций	23
2.4. Общие методы решения физических задач	24
3. Методика формирования у учащихся умения решать задачи по физике	31
3.1. Основные этапы формирования у учащихся умения решать задачи по физике	31
3.2. Содержание основных этапов формирования у учащихся умения решать задачи по физике	34
3.3. Система учебных заданий по составлению задач	56
Глава II. Методика обучения учащихся решению задач с межпредметным содержанием	61
4. Решение задач с межпредметным содержанием как средство реализации межпредметных связей в обучении	61
4.1. Значение межпредметных связей в обучении	61
4.2. Задачи межпредметного содержания и их функции в обучении	62
4.3. Уровни сформированности умения решать задачи межпредметного содержания	66

5. Методика формирования у учащихся умения решать задачи межпредметного содержания	68
5.1. Структура деятельности по решению задач межпредметного содержания	68
5.2. Основные этапы формирования у учащихся умения решать задачи межпредметного содержания	72
5.3. Особенности деятельности учителя по реализации межпредметных связей с использованием задач межпредметного содержания	76
Глава III. Методика обучения учащихся решению задач с производственно — техническим содержанием	88
6. Решение задач с производственно — техническим содержанием как средство реализации политехнического обучения	88
6.1. Задачи с производственно — техническим содержанием и их функции в обучении	88
6.2. Структура деятельности по решению задач с производственно — техническим содержанием	90
6.3. Основные этапы формирования у учащихся умения решать задачи с производственно — техническим содержанием	97
6.4. Особенности деятельности учителя по обучению учащихся умению решать задачи с производственно — техническим содержанием	103
Литература	116

Н.Н.Тулькибаева, Л.М.Фридман, М.А.Драпкин,
Е.С.Валович, Г.Д.Бухарова

РЕШЕНИЕ ЗАДАЧ ПО ФИЗИКЕ

Психолого-методический аспект

Лицензии: ЛР № 040277 от 7.02.92

ЛР № 040328 от 17.02.92

Под редакцией:

доктора педагогических наук Н.Н.Тулькибаевой
кандидата педагогических наук М.А.Драпкина

Редактор И.Г.Ромашова

Технический редактор Г.М.Климова

Корректоры Л.И.Смирнова, З.Н.Лазарева

Подписано в набор и печать 29.05.95. Формат бумаги 60х84/16. Объем 7,5 печ. л., 6,97
усл. печ. л. Тираж 2000 экз. Зак. 643. Печать офсетная. Цена свободная.

ЦЕХ № 4 АООТ "ПОЛИГРАФИСТ" г.ЕКАТЕРИНБУРГ, ТУРГЕНЕВА,20